LITHOSTRATIGRAPHISCHE GLIEDERUNG DER ARZBERGER SERIE IM WESTLICHEN FICHTELGEBIRGE

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Julius-Maximilians-Universität
zu Würzburg

Vorgelegt von
Dipl. Geol. Hubert Mielke
geb. in Karlsruhe/Baden
Würzburg 1967

LITHOSTRATIGRAPHISCHE GLIEDERUNG DER ARZBERGER SERIE IM WESTLICHEN FICHTELGEBIRGE

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Julius-Maximilians-Universität
zu Würzburg

Vorgelegt von
Dipl. Geol. Hubert Mielke
geb. in Karlsruhe/Baden
Würzburg 1967

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

Tag der Einreichung: 17. Januar 1967
Tag der mündlichen Prüfung: 22. Februar 1967
Dr.Diplom erhalten: 6. 4. 67
Berichterstatter: Wiss.Rat Dr.W.SANNEMANN
Mitberichterstatter:Prof.Dr.G.KNETSCH

VORWORT

Die vorliegende Arbeit wurde am Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Würzburg durchgeführt. Mein Dank gilt: Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. G. Knetsch, für die Möglichkeit zur Durchführung der Arbeit sowie für zahlreiche Hinweise, Herrn Professor Dr. A. Wurm und Herrn Professor Dr. K. Sdzuy für anregende Diskussionen, Herrn Priv. Doz. Dr. W. Sannemann für Diskussionen im Gelände und bei der Abfassung der Arbeit.

Herrn Dr. A. Prashnowsky möchte ich für seine vielen Bemühungen sowie für die Durchführung der spektralanalytischen Untersuchungen herzlich danken.

Den Herren G. Beck und H. Schirm danke ich für die Anfertigung des Schliffmateriales bzw. für die photographischen Arbeiten.

An dieser Stelle ebenfalls erwähnt sei mein Studienkollege H. Raschka, ohne dessen gute Zusammenarbeit eine Klärung mancher stratigraphischer Probleme nicht möglich gewesen wäre.

Finanzielle Förderung erfuhr ich durch die Volkswagen-Werk-Stiftung.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544724_0015

INHALT

	Seite
A. EINFÜHRUNG	1
B. BESCHREIBUNG DER EINZELHORIZONTE	3
1. KALK/KALKSILIKAT VON EBNATH	3
2. QUARZIT-GLIMMERSCHIEFER-WECHSELLAGERUNG MIT EINSCHALTUNGEN VON GRAUWACKEN (GRAUWACKEN I)	3
3. DIE CHLORITOID ZONE	5
a. DIE CHLORITOID FÜHRENDE UNTYPISCHE SERIE	5
b. DIE GRANAT-ALBIT-SERIE	9
aa. Die Quarz Zone: GRANAT-ZIRKONQUARZITE	9
bb. Granat-Albit-Zone: GRANAT/ALBITPHYLLITE TITANOMAGNETITPHYLLITE	11
cc. Der chloritoidbetonte Bereich: CHLORITOID/ALBIT-PHYLLITE	12
MODALER MINERALBESTAND UND CHEMISMUS	13
VERLAUF DER METAMORPHOSE	17
4. DIE PSAMMITISCH/PSEPHITISCHE ZONE	18
a. MUSKOWITQUARZITISCHER BEREICH	18
b. PELITISCH/PSAMMITISCH/KARBONATISCHER BEREICH	20
c. BEREICH DER FELDSPATQUARZITE UND ARKOSEN	21
d. QUARZITE MIT EINLAGERUNGEN VON GERÖLLQUARZITEN UND GRAUWACKEN (GRAUWACKEN II)	24
MODALER MINERALBESTAND UND KORNGRÖSSENSTATISTIK	27
ZUSAMMENFASSUNG UND VERLAUF DER SEDIMENTATION	29
5. BÄNDERSCHIEFER-KALK/KALKSILIKAT III	34
a. BÄNDERSCHIEFER	34
b. KALK/KALKSILIKAT III	34
6. TEKTONISCH ISOLIERTE VORKOMMEN	37
a. KALK/KALKSILIKAT II: KALKSILIKATE VON MEHLMEISEL	37
b. METASOMATISCH GRANITISIERTE PHYLLITE SÜDLICH FICHTELBERG	39

Seite

C. GRAUWACKEN 41

1. GRAUWACKEN I 41

a. Dünnschliffbild 42

aa. Gerölle 42

bb. Matrix

b. Anschliff/makroskopische Integration 46

2. GRAUWACKEN II 47

a. Dünnschliffbild 48

aa. Gerölle 48

bb. Matrix 53

b. Anschliff/makroskopische Integration 53

3. TUFFITE DES GRAUWACKEN II NIVEAUS 54

a. Tuffe 54

b. Tuffitisch beeinflusste Quarzite 55

4. GRAUWACKEN III 56

a. Vorkommen Kautzenhof 56

b. Vorkommen Hirschhorn 58

c. Vorkommen Weidenberg 59

5. GERÖLLFORMEN. DEFORMATION. KORNGRÖSSENVERTEILUNG 60

6. ZUSAMMENFASSUNG UND VERGLEICH 61

D. SCHWERMINERALE, ZIRKONSTATISTIK 67

E. TEKTONIK 77

F. LEBENSSPUREN 80

G. ZUSAMMENFASSUNG, STRATIGRAPHISCHER VERGLEICH UND ALTER DER AUFGEFUNDENEN HORIZONTE 83

H. ARBEITSMETHODEN 91

I. LITERATURVERZEICHNIS 93

ANLAGE: Geol. Karte 1 : 25 000

A. EINFÜHRUNG

Die Geländearbeit wurde auf den Meßtischblättern 1 : 25 000, Nr. 5936 Bad Berneck (Bk.), 6036 Weidenberg (Wg.) und 6037 Ebnath (Eb.) durchgeführt. (Abb. 1)
Das Gebiet gehört geologisch zur saxothuringischen Zone (KOSSMAT 1927)
Tektonisch ist es ein Teil des fichtelgebirgisch/erzgebirgischen Grossantiklinoriums. Die in ihm vorkommenden Sedimentite wurden von einer variscisischen Regionalmetamorphose erfasst. (B. 1. 1 Typ im Sinne HGF. WINKLERS, 1959, S. 77, entsprechend der Quarz-Albit-Muskowit-Chlorit-Subfacies.)
Die präordovizischen Schichtglieder waren bislang sowohl lithologisch, als auch stratigraphisch noch ungegliedert. Eine Spezialkartierung lag vom hier bearbeiteten Gebiet noch nicht vor. Die Teile dieses Gebiets mitenthaltende Kartierung von D. RICHTER (1963) kann nicht als Spezialkartierung angesehen werden, da das Präordoviz ungegliedert blieb und die Arbeit mehr überregionalen Charakter hat. Die hier vorliegende Arbeit weicht ausserdem mit ihren Ergebnissen von denen D. RICHTERS z. T. erheblich ab.
An weiteren überregionalen Arbeiten sind zu nennen: WURM (1932), SCHÜLLER (1934), H. R. v. GAERTNER (1944). Er unternahm die erste Gliederung der paragenen Metamorphite des Fichtelgebirges und unterscheidet im Liegenden des Ordoviziums Kalke, Graphitschiefer, Bänderschiefer und Plattenquarzite (Arzberger Serie), für die er kambrisches Alter annimmt.
Detailarbeiten wurden nur in den Nachbargebieten durchgeführt: WURM (1932), SANNEMANN (1954), STETTNER (1958). Teilkartierungen aus den letzten Jahren liegen auf den Blättern Berneck (SANNEMANN, EBHARDT, MIELKE), Weidenberg: (SEIDEL, HOBLER), Ebnath: (LUDWIG, RASCHKA) vor. Schon bei der Kartierung des SE Quadranten des Blattes Berneck (MIELKE 1964) konnte gezeigt werden, dass die als monoton angesehenen Phyllite im Liegenden, des dem Ordovizium zugehörigen Frauenbach-Quarzits, gegliedert werden können. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich ausschliesslich mit den Metasedimentiten dieses Präordoviziums.

Mit lithologischen Methoden sollte versucht werden, die Metasedimentite in Einzelhorizonte aufzugliedern um daraus Leithorizonte zu gewinnen. Die Ergebnisse sollten mit denen der gleich laufenden Arbeit von H. RASCHKA im südlichen Fichtelgebirge sowie mit Arbeiten aus dem erzgebirgischen und thüringischen Raume verglichen werden.

Besonderer Wert wurde darauf gelegt, das ursprüngliche Sediment und damit das Sedimentationsmilieu zu rekonstruieren. Die in der Arbeit verwendeten Begriffe Ton, Sand, klastisch usw. beziehen sich dabei auf das prämetamorphe Ausgangsmaterial.

Während der Geländearbeit neuaufgefundene, grobklastische Horizonte liessen Zweifel aufkommen, ob alle von SCHÜLLER (1934) als orthogen bezeichneten feldspatführenden Gesteine dieser Zuordnung entsprächen. Besonders wichtig erschienen dabei möglicherweise paragene, feldspathaltige Gesteine im unmittelbaren Liegenden des Frauenbachquarzites, da sie für die Grenzziehung Ordoviz/Präordovizium von Bedeutung sind.

Die Tektonik wurde hier nur insoweit behandelt, als sie für die stratigraphischen Untersuchungen von Belang ist.

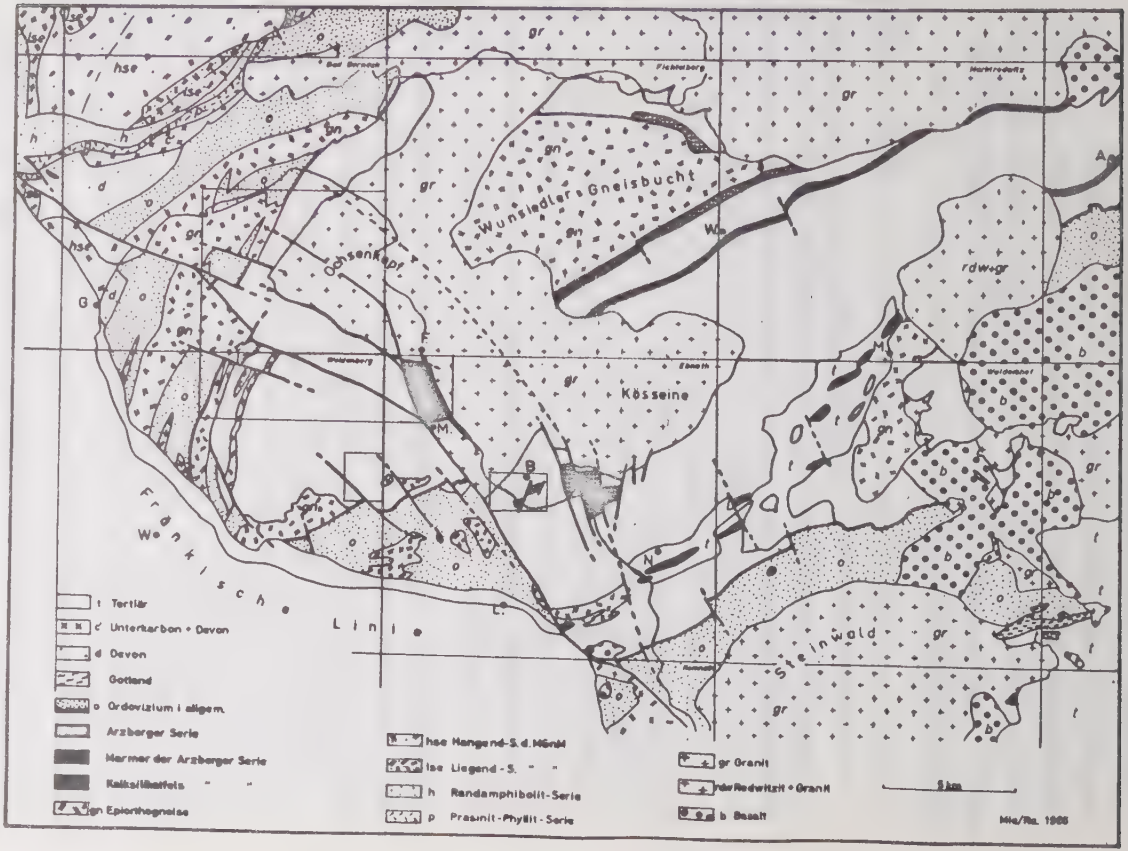
Methodisch lag der Schwerpunkt auf Untersuchungen von An- und Dünnschliffen, die durch geochemische Untersuchungen ergänzt wurden.

Die Reihenfolge der nachfolgend beschriebenen Einzelhorizonte entspricht der Abfolge vom Liegenden zum Hangenden. (Unterste Arzberger Serie bis zur Untergrenze des Ordoviziums.) Die darin auftretenden Grauwacken wurden gesondert behandelt, da eine geschlossene Darstellung bessere Vergleichsmöglichkeiten bietet.

Abb.1

Geologische Übersichtskarte des Fichtelgebirges (nach WURM, Geologie von Bayern, 1961.) unter Verwendung

der z.T. unveröffentlichten Aufnahmen von Dimroth, Hobler, Ludwig, Mielke, Raschka, Seidel, Siegling, Stettner.



B. BESCHREIBUNG DER EINZELHORIZONTE

1. KALK/KALKSILIKAT I VON EBNATH

Der stratigraphisch tiefste Horizont wird von Kalksilikaten gebildet, mit Einschaltungen von Quarziten und Phylliten. Dieses Niveau ist von H. RASCHKA (1966) untersucht und stratigraphisch eingestuft worden. An dieser Stelle soll daher nicht näher darauf eingegangen werden.

2. QUARZIT-GLIMMERSCHIEFER-WECHSELLAGERUNG MIT EINSCHALTUNGEN VON GRAUWACKEN (Grw. I) (Eb 94--/34-- bis 35--..)

Vorkommen: Die oben genannte Serie bildet das unmittelbare Hangende des Grünberg/Ebnather Kalksilikatvorkommens, das hier den Kern eines NE/SW streichenden Sattelelements darstellt. Während östlich von Grünberg der Sattelkern noch angeschnitten ist, kommt westlich von Grünberg durch eine geringfügige Absenkung längs einer, dem Fichtelnaabtal folgenden Parallelstörung der Schwarzbergstörung, nur noch die hangende Wechsellagerung zum Ausstrich.
Nach Westen stösst die Wechsellagerung an der Schwarzbergstörung gegen Phycodenschichten, nach Norden wird sie von Granit abgeschnitten. Die östliche Fortsetzung der Serie liegt im Arbeitsbereich von H. RASCHKA. Die Grenze folgt ungefähr dem Gradnetz 54'94/56'33.

Makroskopie: Schwerpunkt der Bearbeitung bildeten die in der Wechsellagerung eingeschalteten Grauwackenbänke. (Siehe Kapitel Grauwacken) Die Wechsellagerung selbst wurde von V. LUDWIG (1965) beschrieben. Eine detaillierte Bearbeitung der nach Osten streichenden Serie fand durch H. RASCHKA statt. Ich möchte mich hier, soweit es die Quarzit/Glimmerschiefer-Wechsellagerung betrifft, auf die Schilderung eines Profils, das beim Bau der Ferngasleitung Immenreuth/Fichtelberg erschlossen war, beschränken. (Lage des Profils siehe Karte.) Die unten geschilderten organischen Bildungen werden gesondert behandelt.
Abfolge im Profil von Süden (Hangend) nach Norden (Liegend) Eb 9286/3460-9286/3490

Hangschutt

Grauwacken in Quarziten und Wechsellagerung. (23m)

..nehmend quarzitisch, Quarzite, Feldspatquarzite. (11m)

Wechsellagerung mit konkordanten und diskordanten Amphibolit-Lagen. (10)

Quarzit/Glimm..rschiefer-Wechsell..erung (ss im mm- und cm-Bereich) (110 m)

eingelagerte Graphitschiefer und ...phit-Quarzit, Silitquarzite.

Alluvium u. Hangschutt.

Möglicherweise wird in der Wechsellagerung im NE der Sattelscheitel bereits überschritten, so dass eine Wiederholung nicht auszuschliessen ist. Die Weiterführung des Grabens nach Norden (Schmelzleite) schnitt Hangschutt sowie Wechsellagerung und Quarzite an. Grauwacken wurden hier nicht mehr angetroffen. Erwähnenswert ist eine Granitapophyse bei (Eb 9278/3572).
Die Kontaktmetamorphose (Querbiotitbildung) steigt mit der Annäherung zum Granit. Zu nennen ist eine gelegentliche Granat/Plagioklasblastes vor allem in den liegenden phyllitischen Partien.

Sedimentäre Strukturen in der Wechsellagerung.

Primäre sedimentäre Strukturen sind in dieser Folge sehr gut erhalten. Es können zwei Typen unterschieden werden, die genetisch verwandt, sich nur in der Grössenordnung unterscheiden.

Sedimentäre Strukturen in den Quarzitbänken:

Kreuzschichtung in Quarziten: Die einzelnen Lagen werden gebildet aus 1. Schwerminerale, 2. Biotit/Chlorit, 3. aus 1. und 2.

Gradierte Schichtung:
Abnahme der Korngrösse (des Feldspatgehaltes), Zunahme des Biotit/Chlorit (Tonanteil) von unten nach oben.

Fliessfalten/Wülste:
werden durch mm starke Biotit/Chlorit-Lagen abgebildet. Sie sind als solche sicher zu identifizieren, wenn sie in keiner Beziehung zur Fältelung des B-Tektonits stehen.

Sedimentäre Strukturen die aus dem Verband Quarzit/Phyllit ersichtlich sind:

Fliessrinnen: (Abb. 2)
Einbuchtungen im Quarzit, die von darüber liegenden phyllitischem (tonig/sandigem) Material erfüllt sind. Die Schichtung in der Rinnenfüllung verläuft konform zum hangenden "Ton/Sand"-Paket.

Belastungsmarken:
Meist asymmetrisch, das darüber und darunter liegende Material ist laminar geschichtet.

Kreuzschichtung:

Hangende und liegende Quarzitbänke parallelgeschichtet, zwischen geschaltete "Sand/Ton"-Lagen dazu schräggeschichtet. Lagen keilen seitlich schnell aus.

Gradierte Schichtung:

Abnahme der Quarzitmächtigkeiten nach oben, Zunahme der Phyllitlagen. Im Hangenden dann wieder Quarzitlage und Wiederholung.

Aus den obigen Beobachtungen erfolgt eine normale Lagerung.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung:

Die oben geschilderten Strukturen sprechen für eine relativ ruhige Ablagerung in flachem Wasser. Dabei wechseln Stadien mit höherer Transportenergie (Quarzite) mit solchen niedriger Transportenergie (Phyllite). Dazwischen kann eine Sedimentationsunterbrechung gelegen haben (Rinnenbildung). Zum Hangenden nimmt der Quarzitanteil zu. Mit der Einschaltung von Grauwackenbänkchen erreicht die Verflachung ihren Höhepunkt.

3. DIE CHLORITOID ZONE.

Die Chloritoid Zone umfasst als Hangendes der Wechsellagerung ein ca. 3500 Meter mächtiges Paket von Sedimenten mit z.T. erhaltenem isochemen Chloritoid. (Blatt Berneck, Weidenberg, Ebnath.)

Sie wird untergliedert in:

a. DIE CHLORITOID FÜHRENDE UNTYPISCHE SERIE

b. DIE GRANAT/ALBIT-SERIE

a. DIE CHLORITOID FÜHRENDE UNTYPISCHE SERIE. (Eb 89--/39--)

(Bänderschiefer, Quarzphyllite, Quarzite.)

Die oben genannte Serie beschränkt sich auf das Gebiet von Hüttstadl, Neugrün und Schwertrangen. Die Serie wird nach Osten durch die Schwarzberg/Gleisslinger Fels-Störung gegen Kalksilikat der Thiersheim/Wunsiedler/Mehlmeisel-Zone abgesetzt. Nach Süden stösst sie an der Schwarzberg/Bernecker Gneiskeil-Störung ab, nach Norden wird sie durch die dazu parallel verlaufende Granitgrenze begrenzt. Ihre westliche Abgrenzung zur Granat/Albit-Serie ist ebenfalls nicht stratigraphisch bedingt, sondern wird durch eine zur Schwarzberg/Gleisslinger-Fels-Störung parallel verlaufenden Störung gebildet. Letztere war vor dem Bau der Strasse von Neugrün bei (Wg 8792/3930) aufgeschlossen.

Die Stellung dieser Serie im Profil ergibt sich wie weiter unten gezeigt werden wird, aus lithologischen Erwägungen sowie aus einem Vergleich mit den Ergebnissen von H. RASCHKA im südlichen Fichtelgebirge.

Makroskopie:

Bei den Gesteinstypen dieser Serie handelt es sich um makroskopisch völlig uncharakteristisches Material. Isoliert besitzt der Horizont für die Geländearbeit nur einen sehr bedingten Leitwert. Ein solcher kommt ihm nur dann zu, wenn die liegenden oder hangenden Horizonte zu fassen sind.
Sandstreifige, dunkle, grüne, insbesondere schwarze Phyllite bilden den Hauptanteil. Auffällig sind gelegentlich zwischengeschaltete Granat- und Albitlagen sowie moosgrüne Schmitzen. (Granatführende Lagen ehemals aufgeschlossen in Baugrube bei 8870/3830 und Granat/Albit-Einschaltungen beim Bau der Kanalisation bei 8824/3880, sonst Lesesteine.)
Grünliche bis weissliche Quarzite sind insbesondere auf den Raum Neugrün konzentriert. Eigenartigerweise kommt es in dieser Serie sowohl im südlichen Fichtelgebirge (H. RASCHKA) wie auch im Arbeitsgebiet bevorzugt zu einer Querbiotitbildung, die sogar die Quarzite erfasst. Diese kann neben den obengenannten Merkmalen als bedingt charakteristisch angesehen werden.

Mikroskopie:

a. Bänderschiefer, Phyllite.

Ein meist laminarer Lagenbau aus quarzreichen, muskowitarmen und muskowitischen Schichten (Muskowit) zeigt sehr stark ausgebildetes Biegeschergefüge. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen liegt zwischen 100 und 500u, kann aber auch bis in den Zentimeterbereich hineinreichen. Die Korngrösse von Quarz liegt bei 70 u, in mächtigeren Lagen sind auch gröbere Körner eingeschaltet (140u). Die z. T. völlig quarzfreien Muskowit-Lagen überwiegen.
Vereinzelte geringmächtige Muskowitbahnen führen schwach verformte Plagioklase (66u/25%An), seltener Granat. Die Feldspäte sind von einem Erzsaum umgeben, Zwillinge fehlen. Solche Schichten leiten über zu den Granat/Albit-Phylliten.
Chloritoid wird diaphtoretisch zu Muskowit (Chlorit) abgebaut. Relikte sind selten. Der nach Chloritoid pseudomorphe Muskowit hebt sich sehr deutlich von dem aus dem sedimentären Material gebildeten Serizit/Muskowit ab. Er bildet grosse, leicht verformte Leisten, die auch quer zum ss liegen können. Die sehr seltenen Chloritoid-Relikte zeigen typischen Pleochroismus. (Z gelbgrau-farblos/ Y stahlgrau.)
Zirkon ist an die quarzreichen Partien gebunden. Turmalin bedingt die Färbung der dunklen bis schwarzen Phyllite. Der C-Gehalt ist hier nur unerheblich angereichert. (0,08% gegen 0,03% der Quarzite.) Die Bezeichnung "Graphitschiefer" (D. RICHTER71963) ist daher irreführend. Biotit liegt mit 001 in ac. Pleochroismus Ydunkelgrün/X gelbbraun. Er bildet zusammen mit Chlorit und Erz Hauptbestandteil der moosgrünen Schmitzen.

Bei der Integration ergibt sich ein relativ hoher Muskowitgehalt, der primär bedingt ist. Pseudomorphosen-Muskowit ist untergeordnet.

Tabelle 1 zeigt, dass der Muskowitgehalt dem eines Granat/Albit-Phyllits entspricht.

Tab. 1 (Vol.%)

Schliff Nr. 179 Bänderschfr.		Schliff Nr. 54 Albitphyllite	
Quarz	20,8	Quarz	12,5
Feldspat	4,1	Feldspat	5,0
Muskowit	66,2	Muskowit	66,0
Biotit/Chlorit	4,6	Chlorit	11,7
Chloritoid	0,4	Chloritoid	n.b.
Erz	3,3	Erz	5,2
1000 P	99,4	1250P	100,4

b. Quarzite.

Die Quarzite zeichnen sich einmal durch ebenfalls hohe Serizit/Muskowit-Werte aus, zum andern ist die Diaphtorese des Chloritoids in ihnen noch nicht soweit fortgeschritten wie in den Phylliten und Bänderschiefern. Primär chloritoidfreie Quarzite führen weniger Muskowit.

Der Quarz liegt in der Korngrösse zwischen 150 und 300 u, untergeordnet bei 20/30u. Grössere Körner löschen oft undulös aus.
Feldspat (70u), Zwillinge nach Albit-Gesetz, liegt als Albit/Oligoklas nur akzessorisch vor. Serizit/Muskowit verteilt sich schuppig über den gesamten Schliff. Daneben auch Anreicherung in Schmitzen und Schnüren. Pseudomorphosen Muskowit ist tafelig entwickelt. Chloritoid in Büscheln sowie Einzelkristalle. Die Basis ist meist subparallel zu ss angeordnet. Verzwillingung häufig. Pleochroismus Z gelbgrau, Y stahlgrau. Kristallanhäufungen zeichnen immer den sedimentären Lagenbau nach. Gelegentlich tritt eine Konzentration zu Chloritoidlinsen ein. Bei diesen sowie bei singulären Chloritoidkristallen ist stets eine starke Anhäufung von rundlichem Zirkon (20-30u). Siehe Abb. 3. Akzessorisch ist Zirkon auch in die Serizit/Muskowit-Bahnen eingestreut.
Die Nebengemengteile bilden Rutil, Anatas, Titanit. Recht häufig ist Titanomagnetit.

Integration: M 172 (Vol.%)

Quarz	62,3	Chloritoid	7,4	
Plagioklas	1,5	Erz	2,0	1000 MP
Muskowit	24,4	Zirkon	2,5	
Biotit/Chlorit	0,3	Summe	100,4	

Zusammenfassung und Schlussfolgerung:

Bei den oben geschilderten Gesteinstypen handelt es sich um eine Übergangsfolge von der Wechsellagerung im Bereich der Grauwacken I einerseits und der Granat/Albit-Serie andererseits. Von ersterer leitet sich der Sedimentationswechsel Feinsand-Ton ab. Die Frequenz des Sedimentationswechsels nimmt dabei zu. Der Chloritoid-und Muskowit-Gehalt zeugt von einem ähnlichen sedimentären Ausgangsmaterial wie bei den Granat-Albit-Phylliten. Die gelegentliche Granat/Albit-Führung verbindet sowohl zu den liegenden als auch zu den hangenden Horizonten. Der zur Bildung dieser Minerale führende Chemismus des ursprünglichen Sediments, erreicht in dieser Serie Minimalwerte.

Der Mechanismus der Chloritoidsprossung in den Quarziten lässt Rückschlüsse auf die Bildungsbedingungen des Materiales zu: Die stets vorhandene Verknüpfung Chloritoid/Zirkon sowie ihr Auftreten in Linsen lässt eine Bildung aus tonig, limonitischen Verwitterungsprodukten vermuten, die im ursprünglichen Sediment eingeschwemmt waren.

Insgesamt sind die Quarzite sehr schwermineralreich (2,5% Zirkon). Sie leiten zu den hangenden, granatführenden Zirkonquarziten über.

Die Bildungsbedingungen des Sediments dürften, nach dem Lagenbau der Phyllite und Quarzite zuschliessen, relativ ruhig gewesen sein. Der Schwermineralgehalt der Quarzite spricht andererseits für eine nicht zu grosse Wassertiefe. Der gelegentlich auftretende Granat/Albit sowie die Kombination Chloritoid/Zirkon machen eine schwache Beeinflussung durch z.T. zersetztes, magmatogenes Material wahrscheinlich. Auffallend ist, dass Metabasite, wie sie H. RASCHKA im gleichen Horizont angetroffen hat, hier nur selten vorkommen.

Der Versatz an der westlichen Störung zur Granat/Albit-Serie kann nur geringfügig sein. Dies lässt sich aus den oben geschilderten Ähnlichkeiten folgern. Eine Einstufung der Serie in das Hangende der Granat/Albit-Serie widerspräche den Ergebnissen von H. RASCHKA im südlichen Fichtelgebirge. Ausserdem ist im Arbeitsgebiet der Hangendbereich der Albit-Phyllite praktisch lückenlos aufgeschlossen. Eine den tektonischen Ausfall der untypischen Serie bedingende Störung konnte in diesem Bereich nicht festgestellt werden.

b. GRANAT-ALBIT-SERIE

Vorkommen: Granat und Plagioklas führende Gesteine sind über den gesamten Hüttenberg, den Mähringschlag und Glaserangen verbreitet. (Bk 87--/40, Wg 87--/38-- bis 40--) Im Osten wird die Serie von der weiter unten beschriebenen Störung gegen die untypische Serie abgesetzt, die Hangendgrenze ist stratigraphisch bedingt. N-S streichend kann die Serie ca. 2 km verfolgt werden. Die südliche Begrenzung bildet die Schwarzberg/Bernecker-Gneiskeil-Störung, die nördliche die zur ersteren parallele Granitgrenze.

Die Gesteine lassen sich nach den Typusmineralen Quarz, Granat, Plagioklas und Chloritoid gliedern. Der Quarz ist arenitischer Altbestand, die restlichen Minerale sind isocheme Neubildungen der Metamorphose. Die zu den jeweiligen Mineralen führenden Veränderungen des ursprünglichen, sedimentären Chemismus sind im Feinbereich reversibel, im Makrobereich jedoch irreversibel. Dies bedingt Häufigkeitsmaxima der Typusminerale:

Vom Liegenden ins Hangende folgt die Betonung von Quarz, Granat, Albit/Oligoklas und Chloritoid. Titanomagnetit beteiligt sich nicht am Wechsel des Makrobereiches.

aa. Die Quarz-Zone: GRANAT/ZIRKONQUARZITE

Makroskopie: Quarzite bilden die Basis der Granat-Albit-Serie. Die Mächtigkeit dieser arenitischen Zone erreicht ca. 220 m. Die Farbskala der Quarzite reicht von weiss nach grün/braun. Die grünliche Farbtönung rührt von eingeschaltetem Chlorit/Biotit, der sich zu einem laminaren Lagenbau integriert. Wie später gezeigt werden wird, ist auch Zirkon durch seine hohe Lichtbrechung farbgebend an der Feinschichtung beteiligt. (Abb.4)

Zum Hangenden der quarzitischen Zone nimmt der pelitische Anteil stark zu, letztlich wird die arenitische Sedimentation periodisch unterdrückt und die Quarzite lösen sich in eine Quarzit/Phyllit-(Typ Granat/Albit)Wechsellagerung auf. Eine Unterscheidung der Granat/Zirkonquarzite von den Quarzittypen der untypischen Zwischenserie ist makroskopisch nicht möglich.

Mikroskopie: Die Korngrösse des Quarzes liegt mit 100-200u im oberen Bereich des Feinsandes. Einzelne Lagen reichen mit 300-400u in den Mittelsandbereich. Undulöse Auslöschung, symplektitische Korngrenzen und eine geringe Auslängung in s spiegeln die Deformation wieder. Nur in Granitnähe rekristallisiert Quarz zum Mosaikgefüge. Biotit (z.T. chloritisiert) zeichnet zusammen mit Muskowit einen leicht pelitischen Einfluss bei der Sedimentation nach. An diese Bereiche gebunden sind die Schwerminerale Zirkon/Erz. Zusammen mit Biotit und Muskowit

erzeugen sie die makroskopische Streifung. Plagioklas (10-15 % An, 200-500u) sprosst isochem in der Durchbewegungsphase und ist daher auf die Muskowit/Chlorit-Fahnen bzw. Bahnen beschränkt. Er wird von einem Limonitsaum umgeben. Zwillingsbildung nach Karlsbad/Albit-Gesetz ist selten.
Granat beschränkt sich auf die chloritreicheren Quarzite der Hangendbereiche. Er neigt zur diaphtoretischen Umbildung in Chlorit. Die Korngrösse des Quarzes liegt in solchen Partien meist im Feinsandbereich. Zirkon tritt weniger häufig auf. Desgleichen ist die Plagioklassprossung minimal. Graphit und Apatit zeugen von einer biogenen Beeinflussung des Sediments. Ihr Vorkommen bleibt auf einzelne Lagen beschränkt.

Integration:
Es werdenzwei Integrationen von granatarmen und eine eines granatreichen Quarzites gegenübergestellt. (Vol.%)

M 73		M 84	M 39
Quarz	59,0	65,0	64,0
Plagioklas	18,0	14,0	4,0
Muskowit	7,0	8,0	2,0
Biotit	8,8	4,6	7,0
Chlorit			5,0
Zirkon	3,1	3,4	1,4
Opak[x]	3,8	4,7	4,0
Granat	-,-	-,-	4,0
Apatit	nicht integrierbar		1,0
Summe	99,7	99,7	100,4
Punktzahl	1900	2340	1000

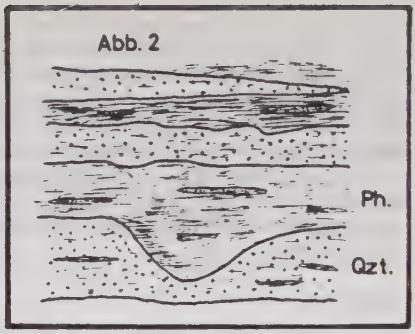
[x]Limonit, Rutil.

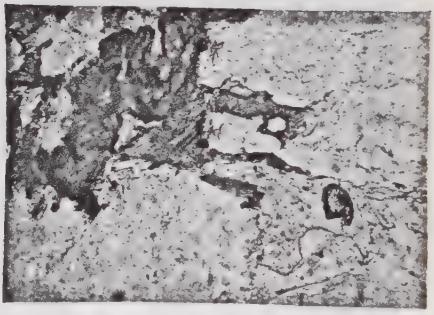
GRANAT-GERÖLLQUARZITE BEI MARKTREDWITZ

Bei einer Übersichtsbegehung des entsprechenden Niveaus konnten im Bahneinschnitt der Bahnlinie Marktredwitz-Hof bei (^{45}0367/^{55}4450) Granat führende Geröllquarzite festgestellt werden. Das Gestein führt Blauquarze in einem grünlichen Bindemittel mit reichlich Granatpophyroblasten. Die Quarzmatrix liegt mit 150-200u im oberen Bereich des Feinsandes. Die Blauquarzgerölle gehören mit 1-3 mm dem Grobsandbereich an. Granat sprosst in mehr chloritischen, farbgebenden Bereichen. (1,5-2mm) Er zeigt leicht rotiertes helizitisches Innengefüge.

Integration: (Vol.%) MIR 1		
	Quarz (Matrix/Gerölle)	59,0
	Plagioklas	2,5
	Chlorit	33,0
	Muskowit	-,-
	Granat	3,6
	Erz	2,0
	Zirkon	0,15
		100,2

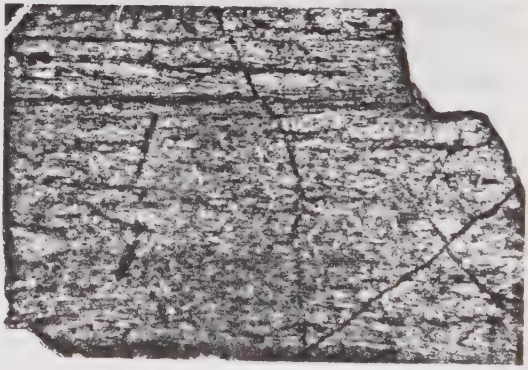
2a





3

5



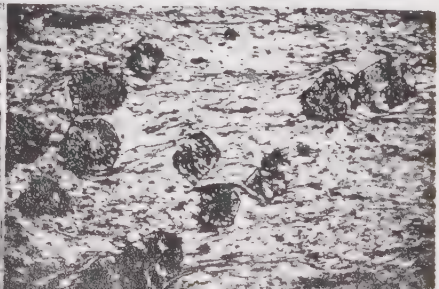


Abb.2 :Rinnenbildung in Quarziten der Wechsellagerung. 0,1x

Abb.2a:Wechsellagerung:Gradierung und Schrägschichtung. (Feldspat weiß.) 1,6x.

Abb.3 :Quarzit der untypischen Serie:Klastisches Zirkonkorn in Zusammenhang mit Chloritoid,Chlorit und Muskowit.M172,20x.

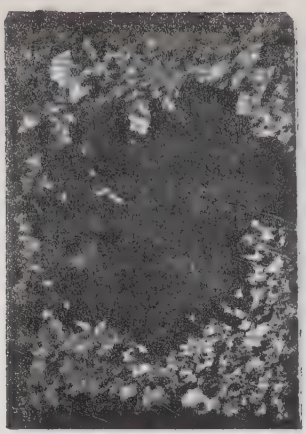
Abb.4 :Zirkon/Granat-Quarzit.Die Feinschichtung beruht auf Muskowit-,Biotit-,Zirkongehalt-Schwankungen.2x.

Abb.5 :Granat/Albit-Serie:Chloritoid wird diaphtoretisch von tafeligem Muskowit verdrängt.Rechts oben Neusprossung von Titanomagnetit.M54,80x.

Abb.6 :Granat/Albit-Serie:Rotation und Auslängung des Plagioklases.M26,Nic+,80x.

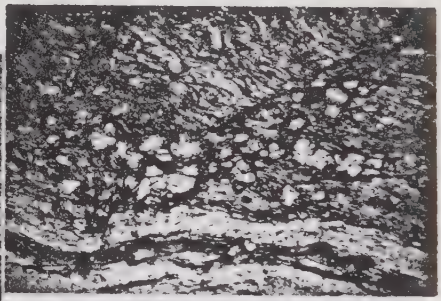
Abb.7 :Granat/Albit-Serie:Rotierter Granat mit helizitischem Innengefüge.Die Granatbildung zeichnet Linien größter Stressreaktion nach.M.Gr.1,20x.

8a

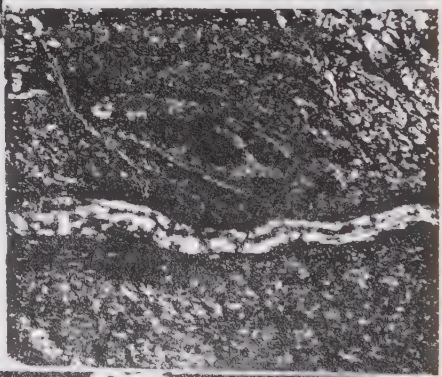


9

9a



12b



12a

13

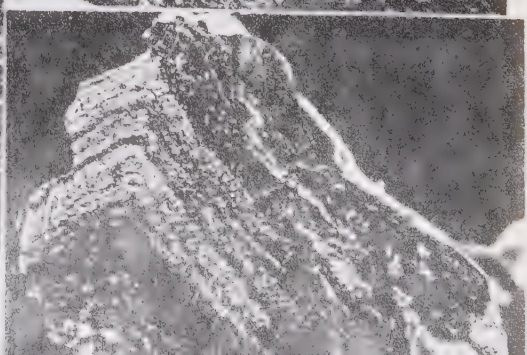


Abb.8a: Titanomagnetit-Phyllit mit Feinschichtung. Die Spur von tektonisch s verläuft von links oben nach rechts unten. Winkel s/ss=50°, 1x.

Abb.8b: Titanomagnetit in quarzreicher Schmitze, idiomorphen Granat einschließend. M46, 80x,

Abb.9: Chloritoid-Phyllit mit chloritischer Lage. MGr.2,2ox.

Abb.9a: Chloritoid/Albit-Phyllit. Die isocheme Plagioklasblastese bevorzugt a. Bereiche über klastischen Lagen, b. Linien größter Stresswirkung. M202, 20x.

Abb.12a/b: Blauschwarze Chloritschmitzen in Chloritoid-Phylliten. Die Feinschichtung ist gut erhalten. 2x.

Abb.13: Isocheme Granat/Plagioklasblastese zeichnet a. die Feinschichtung, b. die Transversalschiefrigkeit nach. 0,9x.

bb. Granat-Albit-Zone: GRANAT/ALBIT-PHYLLITE

Makroskopie: Granat-Albit-Phyllite lassen sich im Handstückbereich nicht voneinander trennen. Stets werden Albit- und Granat betonte Lagen ausgebildet (Abb. 13), oder die beiden sind statistisch im Gestein verteilt. Lediglich im sedimentären Makrobereich reichert sich Granat in einer ca. 250 m mächtigen Zone an der Basis der Granat/Albit-Phyllite an. Der Übergang zu der etwa 450 m mächtigen albitbetonten Zone geschieht kontinuierlich. Während in der granatreichen Zone mehr grünliche Farbtöne vorherrschen, erfolgt mit zunehmendem Albitgehalt eine analog zunehmende Grautönung. Arenitische quarzbetonte Lagen sind in beiden Zonen im Millimeterseltener im Zentimeterbereich zwischengeschaltet. Mächtigkeit und Frequenz des sedimentären Wechsels stehen dabei nach Handstückbeobachtungen im umgekehrten Verhältnis zueinander.

Eine Sonderstellung nehmen weissliche Quarzite ein, die mit schwärzlichen, chloritreichen und reinen Granatlagen verzahnt, in die Granat-Albit-Phyllite eingeschaltet sind. Dieser seltene Typus bleibt nicht auf die granatreiche, basale Zone beschränkt. (Abb. 14)

Mikroskopie: Im Schliffbild fällt der hohe Muskowit-Gehalt der Granat/Albit-Albit/Granat-Phyllite besonders auf. Dabei muss unterschieden werden zwischen Serizit/Muskowit, der ss parallel verläuft mit deutlichem Biegeschergefüge (Musk I), sowie zwischen schwach verformten Quermuskowit (Musk. II), der bei der diaphtoretischen Umwandlung des Chloritoids entstanden ist. Chloritoid ist nur in wenigen Relikten erhalten. (X blassgelb/Y bläulichgrau.) Er wird durch Muskowit II, untergeordnet durch Chlorit (Polf. blau) pseudomorph verdrängt. (Abb. 5) Albit/Oligoklas (70-100u/0-28 % An) mitbz. T. helizitischem Innengefüge wird in s meist stark ausgelängt bzw. die Feldspatsubstanz wandert in Richtung der Durchbewegung ab. (Abb. 6) Die Verzwillingung (Albit/Karlsbad-G.) sind nur selten ausgebildet. Wie bei den liegenden Quarziten sind die Plagioklase stets von einem limonitischen Saum umgeben. Granat (0,2-4 mm, Mittel 1 mm, Hauptkomponente Spesartin), blassrötlich, hypidiomorph-idiomorph, lässt in den meisten Fällen keine stärkere Rotation erkennen. Gelegentliches Innengefüge (Quarz 12-20u und Rutil) bildet jedoch eine stärkere Rotation ab. (Abb. 7) Plagioklas und Granat treten meist lagig gehäuft auf, dabei bevorzugt Granat die chloritreicheren Partien. In die phyllitische Grundmasse eingestreute Quarzkörner reichen mit 50-100u vom Grobschluff in den Feinsandbereich. Lagiger Chlorit (Polfarben violettblau und graublau, kein Pleochroismus) spätkinematisch gesprosst, ersetzt nicht mehr bestimmbare Minerale der prä-synkinematischen Mineralassoziation. Biotit (z. T. chloritisiert) entsteht diaphtoretisch, pseudomorph nach Granat. Rutil und Ilmenit sind zusammen mit Turmalin mit ihren Längsachsen in bc eingeregelt. Ilmenit ist in den Faltenscheiteln des Biegeschergefüges häufig geknickt. Diese Minerale sind an ss gebunden und gehören dem sedimentären Altbestand an.

Farbgebende Minerale sind Muskowit (Grautönung) sowie Muskowit/Chlorit (grünliche Tönung).

TITANOMAGNETIT-PHYLLITE.

Besonders in der Albit/Granat-Zone sind wiederholt grünliche Phyllite eingeschaltet, die neben Albit und Granat reichlich Titanomagnetit führen. (Durchschnittliche Korngrösse 2 mm) (Abb. 8a) Im ac-Schnitt liegen sie hypidiomorph vor 111. In der bc-Richtung beträgt die Auslängung b : c = 2 : 1. Das Schliffbild zeigt, dass das Erz stets zusammen mit Chlorit an quarzreiche Schmitzen gebunden ist. Granat und Plagioklas werden vom Erz umschlossen. Wirbelbildung ist häufig. (Abb. 8b)

cc. Der Chloritoid betonte Bereich: CHLORITOID-ALBIT-PHYLLITE

Zum Hangenden nimmt der makroskopische Pagioklasgehalt stark ab. Aus den z. T. sandstreifigen Albitphylliten entwickeln sich grünlichschwarze, chloritoidführende Muskowitphyllite (ca. 250 m) mit vereinzelten makroskopisch sichtbaren Plagioklaslagen vom Typus der liegenden Phyllite. Granat fehlt völlig.

Auffallend sind in das Gestein eingeschaltete blauschwarze Lagen und Schmitzen von durchschnittlich 0,5-1 cm Mächtigkeit (Abb. 12), im Anschliff wird laminare Schichtung der Matrix sichtbar, die aus hellgrünen, schwarzgrünen und auskeilenden schwarzbraunen Lagen besteht. Die oben genannten Schmitzen bestehen aus dem Material der schwarzbraunen Lagen. Neben zusätzlich auftretenden hellgrünen Linsen (2 x 0,5 cm) liegen sie parallel zur übrigen Schichtung.

Mikroskopie:

Gegenüber den Granat/Albit-Albit/Granat-Phylliten zeichen sich die Chloritiodphyllite durch einen noch höheren Muskowitgehalt und geringere Körnung des Quarzes aus. Der Chloritoid blieb von der Diaphtorese weitgehend verschont.

Hauptkomponente ist Serizit/Muskowit (30-40u) mit ausgeprägtem Biegeschergefüge. Die Korngrösse des nur spärlich eingestreuten Quarzes überschreitet den Grobschluffbereich nicht. In diese Matrix sind Chloritoid-Porphyroblasten eingelagert, die von der Durchbewegung mit erfasst wurden. Diaphtoretische Umwandlung in Muskowit und Chlorit erfasst nur die Randbereiche der Kristalle. Chlorit selten, flächig (Basis in ac), meist jedoch feinschuppig und zusammen mit opakter Substanz auf Linsen und separate Lagen beschränkt (Abb. 9). Albit/Oligoklas, stets unverzwillingt, wird durch einen limonitischen Saum gegen die Matrix abgegrenzt. Die Feldspatblasten sind vom gleichen Typ wie in den liegenden Phylliten. Sie haben jedoch eine wesentlich geringere Korngrösse (30u). Plagioklaslagen mit grösserer Korngrösse (100u) sind gelegentlich ausgebildet. Sie bevorzugen bei Gradierung des Quarzes die Auflagerung der auf den sandigen Teil folgenden blastopelitischen Lage. (Abb. 9 a). Ilmenit ist mit zahlreichen Leistchen (50-70u) über die Matrix verstreut. Chloritlinsen, bzw. Lagen werden ausgespart. Hier herrscht ein nicht näher bestimmtes körneliges Erz vor.

Beginnende Leukoxenbildung lässt den Ilmenit im Auflicht weiss erscheinen.

MODALER MINERALBESTAND UND CHEMISMUS

In Tabelle 2 wird der durchschnittliche modale Mineralbestand von granatreichem Typus "weisser Quarzit"(A), Granat/Albit-Phyllit (B), Albit/Granat-Phyllit (C), Titanomagnetit-Phyllit (D) und Chloritoid-Phyllit (E) einander gegenübergestellt.

(Vol.%)	(A)[y]	(B)	(C)	(D)	(E)	Chloritlinsen (E)
Quarz	23,5	27,6	19,0	12,5	5,3	akzessorisch
Plagioklas	0,4	4,3	10,8	8,6	14,2	1,0
Muskowit I u. II	28,4	42,0	57,5[x]	65,5[x]	64,2	n.i.
Chlorit	7,8	15,3	6,1	8,0	3,3	78,0
Chloritoid	---	---	n.i.	n.i.	11,9	---
Granat	15,5	8,3	1,3	0,9	---	---
Titanomagnetit 0,5u	---	2,2	2,7	---	---	Erz 1
Titanomagnetit 0,5u	---	---	---	2,7	---	Rest n.i.
Ilmenit	3,6	n.i.	2,9	1,3	2,7	
Akzessorien (Turmalin, Rutil) Zirkon, Apatit	0,6	1,4	0,2	0,3	n.i.	
	99,8 (2146P)	100,6 (2000P)	100,5 (4844P)	99,8 (3952P)	100,1 (1500P)	

x) davon soweit integrierbar 10-15 % Muskowit II

y) kommt in Zone 1 und 2 vor

Abbildung 10 zeigt die Veränderung der Mineralhäufigkeit in Abhängigkeit zur Lage im Profil. Den drei Mineralen Quarz, Chlorit, Granat mit vom Liegenden zum Hangenden fallender Tendenz, stehen die beiden Minerale Muskowit und Plagioklas mit steigender Tendenz gegenüber. Bezeichnend ist die enge Kopplung von Spessartin und Chlorit mit fast parallelem Kurvenverlauf. Muskowit und Quarz sowie Plagioklas und Granat/Chlorit stehen in umgekehrtem Verhältnis zueinander, was in einem fast spiegelbildlichen Verlauf der Muskowit/Quarz-Kurven und der Plagioklas/Granat/Chlorit-Kurven seinen Ausdruck findet.

Der Mn-Gehalt erreicht bei schwacher klastischer Beeinflussung Maximalwerte, um dann analog zur weiteren Abnahme der Klastizität zurückzugehen. Der Plagioklas/Muskowitgehalt steigt mit wachsendem Tongehalt des Sediments, wobei der Plagio-

klas allerdings in den Chloritoid-Phylliten mit ihrem Feldspatmaxima makroskopisch nicht ausgebildet ist.

In Tabelle 3 ist der Chemismus der vier Haupttypen zusammengestellt. Wie aus Abbildung 11 ersichtlich ist, sind mit Ausnahme der Granatphyllite Mn, Ca, Mg, K_2O und Na_2O bei allen anderen Typen nahezu gleich. Unterschiede bestehen nur im Fe^2/Fe^3 Verhältnis. Die Chloritoidphyllite haben den niedrigsten Fe^3-Wert bei relativ hohem Fe^2- und Al-Gehalt (Chloritoid Bildung). Die Titanomagnetit-Phyllite weichen in ihren Werten etwas ab, zeigen aber die gleiche Tendenz. Der hohe K-Wert dieser Typen liegt im Muskowit/Serizitgehalt fixiert.

Völlig abweichenden Chemismus besitzen die Granatphyllite. Fe^2/Fe^3 ist zwar ebenfalls > 1, gegenüber den obigen Typen sind aber die Erdalkali-Metalle stark betont, während die Alkalimetalle wesentlich niedriger liegen als z. B. bei den Albitphylliten. Desgleichen zeigen sie zwar den höchsten Si-, aber den niedrigsten Al-Gehalt. Der Mn-Gehalt erreicht fast den Fe^3-Wert.

Typisch für alle Varietäten sind die relativ niedrigen Mg-Werte. Eine Beeinflussung durch basische Magmatite scheint daher unwahrscheinlich.

	1)	2)	3)	4)	5)
H_2O b. 180°C:	0,14 %	0,20 %	0,20 %	0,17 %	0,12 %
Glühverl. b. 800°C:	2,90 %	3,95 %	4,30 %	4,10 %	10,7 %
SiO_2:	61,8 %	52,4 %	52,6 %	51,4 %	40,1 %
TiO_2:	0,20 %	0,35 %	0,17 %	0,28 %	0,70 %
Al_2O_3:	16,3 %	21,7 %	23,4 %	22,5 %	14,5 %
Fe_2O_3:	4,53 %	3,40 %	2,16 %	6,55 %	1,85 %
FeO:	3,18 %	4,58 %	4,53 %	1,77 %	10,0 %
MnO:	3,63 %	0,68 %	0,57 %	0,76 %	0,39 %
CaO:	3,0 %	1,40 %	1,60 %	1,20 %	6,60 %
MgO:	1,9 %	1,15 %	0,90 %	0,90 %	8,40 %
K_2O:	1,7 %	4,33 %	4,6 %	4,8 %	0,36 %
Na_2O:	0,40 %	1,90 %	1,5 %	1,6 %	2,10 %
P_2O_5:	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,03 %
Cl:	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
SO_3:	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
	99,89 %	96,25 %	96,74 %	96,24 %	96,05 %

Rest: Karbonat, Bikarbonat, Barium und andere Metalle.

1) Albit/Granta-Phyllit: quarzreich
2) Albit/Granat-Phyllit: Titanomagnetit
3) Albit/Granat-Phyllit: Chloritoid
4) Albit/Granat-Phyllit: Plagioklas
5) Meta-Tuffit: Chlorit/Carbonat

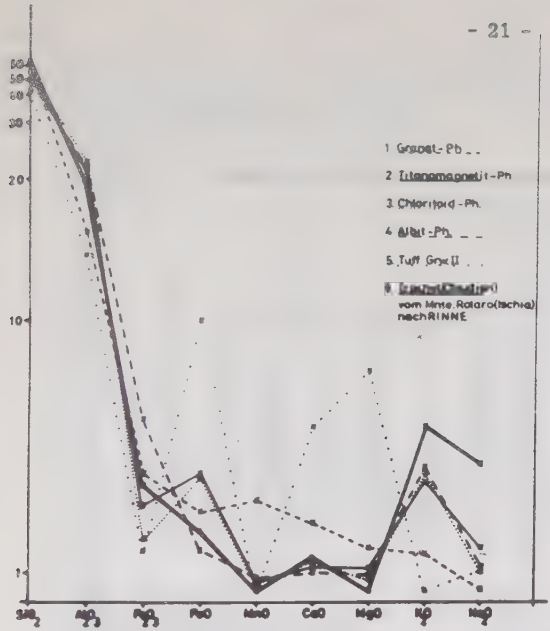


Abb.11:Chemismus der Granat/Albit-Ph.

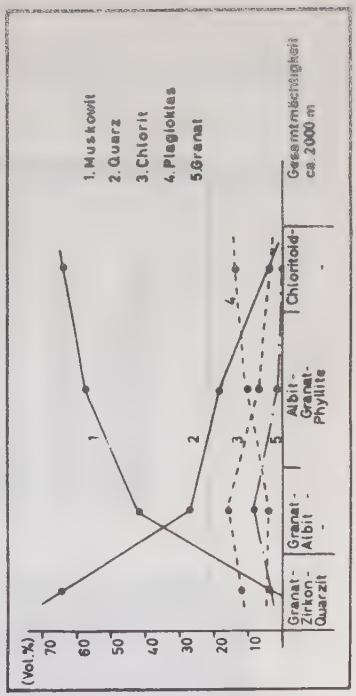


Abb.1o:Veränderung der Typmineralhäufigkeit der Granat/Albit-Serie in Abhängigkeit zur Lage im Profil.

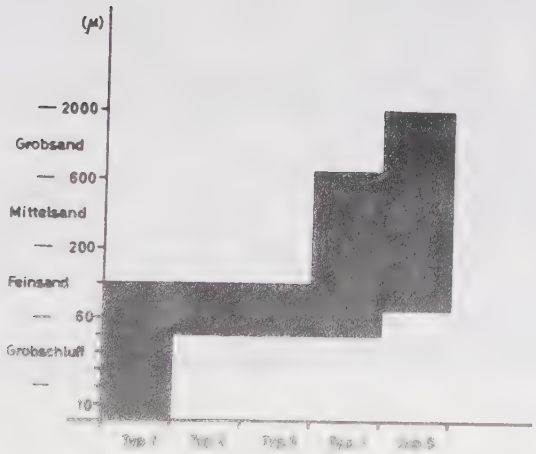
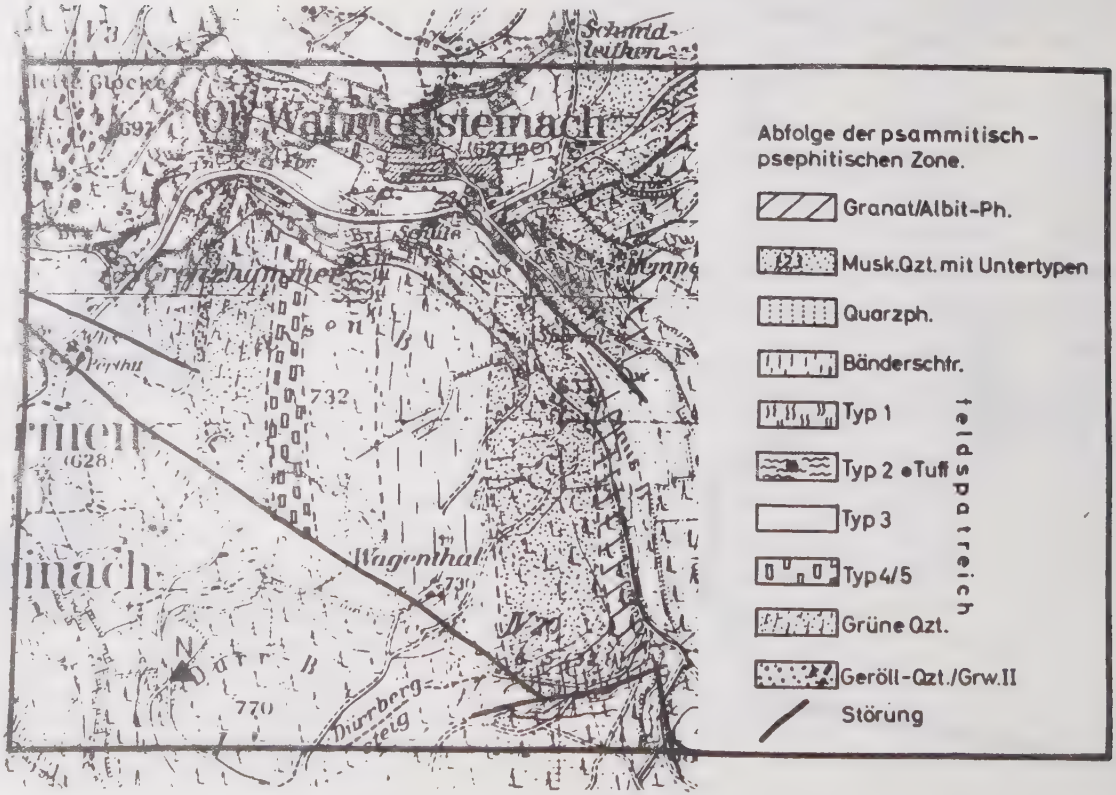


Abb.15: Spezialkarte zur psephitisch/psammitischen Zone



Eine Übersichtsanalyse von separiertem Granat und Titanomagnetit ergab folgende Werte. (Sämtliche Angaben Gew.%)

Tabelle 4

Analytiker: PRASHNOWSKY 1965

	Granat	Titanomagnetit
Si	10-100	1-10
Ca	0,1-1	0,01-0,1
Mg	0,1-1	0,01-0,1
Na	0,001-0,01	0,001-0,01
K	---	---
Ba	---	---
Sr	---	---
Al	1-10	0,1-1
Fe	10-100	10-100
Mn	10-100	0,1-1
Ti	0,1-1	1-10
Cu	Sp.	0,001-0,01
Co	---	---
Ni	---	---
V	0,001-0,01	---
Cr	0,001-0,01	0,001-0,01
Sn	---	---
Pb	---	---
Y	---	---
B	---	---
Zr	---	---
Mo	---	---
P	---	---

Der Kohlenstoffgehalt eines Plagioklas führenden Titanomagnetit-Phyllits beträgt 0,04 % C. Der C-Gehalt des Chloritoid-Phyllits liegt mit 0,2 % wesentlich höher und schliesst eine organische Beeinflussung nicht völlig aus.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG.

Bei den oben geschilderten Metasedimentiten dürfte es sich um eine tuffogen beeinflusste Serie handeln. Hierfür spricht ihr Reichtum an den Titanmineralen Rutil, Ilmenit und Titanomagnetit sowie ihre stellenweise hohen Mangangehalte. Ausserdem sind die chloritischen Schmitzen und auskeilenden Lagen in den Chloritoid-Phylliten sedimentär schwer zu deuten. (Abb. 12) Es könnte sich hier um Lapilli artige Gebilde handeln, an denen die Feinschichtung abstösst. Die Frage nach dem Ausgangsmaterial lässt sich bei sedimentär beeinflussten Tuffen mit ihrem Chemismus nur unbefriedigend beantworten. Der niedrige Magnesium-Gehalt spricht meines Erachtens für ein nicht sehr basisches Edukt. Man vergleiche die "Kennlinie" eines basischen Tuffits aus dem Grauwacken II-Niveau. (Abb. 11) Dagegen besteht eine relativ gute Übereinstimmung mit der "Kennlinie", wie sie sich aus dem Chemismus eines Trachyts ergibt. Nach V. LUDWIG (1966) sind Keratophyrtuffe im Kambrium des Frankenwaldes verbreitet.

Insgesamt beginnt die Serie mit sehr starkem klastischem Einschlag (Schwermineral-Quarzite), der im Verlauf der weiteren Sedimentation immer mehr zurückgeht. Die Chloritoid-Phyllite mit ihren chloritischen Einschlüssen bieten das Bild reiner Tuffe. Der tuffitische Einfluss beginnt bereits bei der Liegenden untypischen Serie. (Chloritoidschmitzen siehe dort.) Mit den z. T. grobklastischen Gesteinen der Muskowit-Quarzit-Zone findet er vorläufig seinen Abschluss. Das Sedimentationsmilieu war, nach der vorherrschenden parallelen Feinschichtung zu schliessen, vom Liegenden bis ins Hangende hin ruhig.

VERLAUF DER METAMORPHOSE

Einzelstadien der Metamorphose sind bei der Granat/Albit-Serie aus der Dünnschliffbeobachtung rekonstruierbar.

1. Die Regionalmetamorphose erfolgte n a c h der ersten Durchbewegung. Dies folgt aus dem Interngefüge von Granat, Plagioklas und Chloritoid. Ihr Innengefüge, gebildet aus dem Schwermineralbestand Rutil, Ilmenit und klastischem Quarz des ursprünglichen Sediments, setzt das Biegeschergefüge der Serizit/Muskowit-Quarz-Bahnen fort.

2. Die oben genannten Typusminerale vom B 1.1 - Typ (WINKLER 1965) sprossen idiomorph bis hypidiomorph in einem stressärmeren Stadium. Granat (Spessartin) und Plagioklas sind nicht nur an den vorgegebenen Chemismus des Sediments gebunden, sondern bevorzugen auch Linien grösster Stressreaktion. (Abb. 7, 10 u. 13) Diese brauchen nicht unbedingt mit dem Biegeschergefüge der prämetamorphen Durchbewegung zusammenzufallen. In Mn-freien Lagen erfolgt keine Granatsprossung. (Abb. 14)

3. Neues Aufleben der Durchbewegung. Unter Beibehaltung der Stressrichtung von Stadium 2 werden die neugebildeten Minerale von der Durchbewegung erfasst. Granat reagiert mit Zerbrechen oder Rotation. Plagioklas verlagert Substanz in Stressrichtung, Chloritoid und der Ilmenit des Altbestandes werden in Faltenscheiteln geknickt. In dieses Stadium fällt wahrscheinlich die Neu- oder Umbildung des Titanomagnetits, der Granat und Plagioklas einschliessend, ausgelängt und rotiert wird.

4. Letztes, diaphtoretisches Stadium bei abklingendem Stress. Granat zerfällt in Biotit-Chlorit, Chloritoid in Muskowit/Chlorit. Neubildung von Pennin und Prochlorit aus nicht überlieferten, den Chemismus des Sediments nachzeichnenden Mineralen. Sämtliche diaphtoretischen Bildungen sind schwach verformt oder zeigen keine Spuren einer Durchbewegung.

Über die Zeitdauer der einzelnen Abschnitte kann nichts gesagt werden. Desgleichen lässt sich kein sicherer Anhaltspunkt für die Einstufung der ersten Durchbewegung angeben. Es kommt bretonisch bis sudetisches Alter in Frage.

4. DIE PSAMMITISCH/PSEPHITISCHE ZONE (Bk., Wg.)

Diese Zone umfasst die Gesteine des Geiersberges, Höllfels, Helle Glocke und Eisenberg. (85 bis 86--/39-- bis 42-- Wg und Bk)

Sie wurde in folgende Unterbereiche gegliedert:

a. MUSKOWITQUARZITISCHER BEREICH

b. PELITISCH, PSAMMITISCH, KARBONATISCHER BEREICH

c. BEREICH DER FELDSPATQUARZITE UND ARKOSEN, GRÜNE QUARZITE

d. QUARZITE MIT EINLAGERUNG VON GERÖLLQUARZITEN U. GRAUWACKEN

Vereinfacht liegt ihr der Sedimentationsplan zugrunde:

Liegend feldspatreich (feinkörnig)

Hangend feldspatarm (grobkörnig)

a. MUSKOWITQUARZITISCHER BEREICH

Mit dem ca. 100 m mächtigen, vorwiegend muskowitquarzitischen Bereich wird eine stärker klastisch beeinflusste Folge von Sedimentiten eingeleitet, die insgesamt eine Mächtigkeit von 1500 m aufweist. Die meist parallel ausgebildete Schichtung der liegenden Sedimente ist hier durch eine mehr flasrige Schichtung abgelöst. Das Sedimentationsmilieu wird zunehmend unruhiger. Im Hangenden der Folge erreicht die Transportenergie und damit verknüpft die Landnähe ihren Höhepunkt.

Die veränderten Sedimentationsbedingungen schufen letztlich auch einen Wechsel im Chemismus. Die isocheme Granat/Plagioklas- und Chloritoidblastese der unteren Arzberger Serie ist bei gleicher Metamorphose ab dem Niveau der Muskowitquarzite nicht mehr ausgebildet. Dabei muss daran erinnert werden, dass Plagioklas- und Muskowitgehalt in den Albitphylliten in direktem Verhältnis zueinander stehen. Das Fehlen der Plagioklasblastese könnte auf geringere Tongehalte der Muskowitquarzite zurückzuführen sein.

Möglicherweise als Folge des durch die eingelagerten Arenite inhomogen reagierenden Materials, zusammen mit der höheren Lage im Profil-Stockwerk, beginnt mit der oben genannten Folge eine intensive Zerscherung des Materiales längs der Transversalschieferung. Die Schichtung ist im Handstückbereich gelegentlich nur mikroskopisch zu identifizieren.

Der in der Karte als "Muskowitquarzite" ausgeschiedene Bereich, ist aus verschiedenen Bänken integriert, von denen muskowitische Quarzite zwar den Hauptanteil ausmachen, an denen jedoch auch, besonders in den basalen Partien, chloritreiche Quarzite und Feldspatquarzite teilhaben.

Ein gutes Profil durch den muskowitquarzitischen Bereich liefert der Dürrbergsteig. (Wg. 8604/3930) Von Ost nach West liegt folgende Abfolge vor (Siehe Spezialkarte Abb.15):

Basis: Chloritoid/Albitphyllite.

1. Chloritreiche Feldspatquarzite mit Bänkchen von Muskowitquarzit, Schichtung ist durch Streifung im Millimeter-Bereich angedeutet. Vorherrschende Farbtönung gelblich-weiss, Chlorit ist in Nestern eingestreut. S-Flächen seidig schimmernd durch Muskowit, verwittert rötlich anlaufend.

Mikroskopie:Schliffbild sehr eintönig. Folge von Quarz/Feldspat-Serizit-Bahnen. (Quarz-Serizit)Quarzkorngrösse der Matrix zwischen 75-140u (Mittelsand), darin eingelagert (Serizit arme Partien) Grossquarze 700-1500u und klastischer Plagioklas/Schachbrettalbit mit 150-300u.
Vereinzelte Chloritdomänen (Prochlorit)meist stark vererzt und von Quarz durchlöchert. Untergemengteile Ilmenit.

2. Flasrig, flatschige, massige Serizit/Muskowitquarzite, z.T. Grossquarze (1mm) und dunkle Gerölle führend (2-4mm). Farbtönung des Gesteins grauweiss. Mächtigkeit 10 Meter.

Mikroskopie: Grundmasse Feinsand (120-150u) Quarz/Feldspat nicht beobachtet. Grossquarze (0,6-1,8mm). Serizit/Muskowit bildet einzelne Flasern. Apatit statistisch über den Schliff verteilt (70u). Oft gewebe- bis zopfartig in die Kristalle eingelagerte organische Substanz. Turmalin (400u), möglicherweise Altbestand, zeigt partiell verschiedenen Pleochroismus. (X farblos/Z blaugrün, b.X gelblich/Z ocker.)
Die dunklen Gerölle erweisen sich als Quarzitgerölle (Matrix 200u), scharfe Grenze zum übrigen Sediment. Die einzelnen Körner sind implikativ, die Korngrösse daher nur relativ aufzufassen. Serizit/Erz-Schuppen sind sperrig über das Geröll verteilt. Letzteres ist typisch für die Hornfels-Gerölle der Grauwacken. Das ursprüngliche Mosaikgefüge wurde bei der Durchbewegung zum Implikationsgefüge umgeformt. Der gleichen präkonglomeratischen Metamorphose ist wahrscheinlich der oben beschriebene Turmalin zuzuschreiben.
Akzessorien: Opake Substanz

Die Integration ergab: (Vol.%)

Grossquarz:	13,2	Serizit/Muskowit	23,0	
Quarz	63,0	Chlorit	0,5	100% bei 937P
Opak	0,1	Apatit	0,2	

3. Dünnplattige Quarzite, vorwiegend chloritarm, wechselnd mit homogenen Quarziten. Farbtönung weissgrau, Mächtigkeit 16 Meter.

4. Massige Quarzite verdrängen die dünnplattigen Typen, Übergang zu glattflächigem Muskowitquarzit. Mächtigkeit 5 Meter.

5. Glattflächiger Muskowitquarzit (27 Meter) Farbtönung weiss, bei Verwitterung rötlich anlaufende s-Flächen und Klüfte.

Mikroskopie: Reiner Quarzit (100-200u) Feinsandbereich. Korngrenzen verzahnt, Auslängung in s. Serizit/Muskowit bildet dünne Schmitzen und Lagen. Hier findet sich Zirkon. Auffällig ist eine intergranular eingestreute, hochlichtbrechende Substanz. Möglicherweise handelt es sich um Apatit. Feldspat fehlt. Graphit (0,06%)

6. Zwischen 5. und 6. schwankende Reinheit, dann massige, schwach Biotit/Chlorithaltige muskowitbetonte Quarzite. Farbtönung grauweiss. Feinschichtung undeutlich.

Mikroskopie: Mit 120-150u bleibt die Quarzmatrix im Feinsandbereich. Gegenüber voriger Anreicherung von Muskowit/Serizit-Flatschen = wachsender Tongehalt des ursprünglichen Sediments. An diese gebunden Anreicherung von Zirkon/Erz. Feldspäte unverzwillingt 2.n > Quarz = Oligoklas (100u) Zirkon weiss, häufig, gut gerundet, Idiomorphie sehr selten, Korngrösse 30-50u zusammen mit Erz ohne Kristallumrisse. Apatit (60u) Untergemengteil.

Oberhalb von 6. lösen sich die Quarzite in eine Quarzit/Phyllit-Wechsellagerung auf, bzw. gehen in Quarzphyllite über. Der psammitische Einfluss, der in dem gesamten muskowitquarzitischen Bereich vorherrschte, wird, beginnend bei 5., in zunehmendem Masse von einer pelitischen Komponente überlagert.

Zusammenfassung des Profils: Chloritoid/Albit-Phyllite

feldspatreich:	Feldspatquarzite, Chlorit führend
feldspatarm:	Muskowitquarzite, geröllführend
	Muskowitquarzite, plattig
	Muskowitquarzite, massig
	Zunehmend pelitischer Einschlag
	Schwermineralreiche Muskowitquarzite.
	Wechsellagerung/Quarzphyllite

b. PELITISCH/PSAMMITISCH/KARBONATISCHER BEREICH.

Lithologisch eintönige, grünliche Bänderschiefer und Quarzphyllite stellen den Hauptanteil. Im Anschliff werden grünliche, ehemals sandig tonige Lagen sichtbar. Diese Bänderung rührt von Schwankungen im Quarzgehalt her. Untergeordnet sind schwärzliche, rasch auskeilende Muskowit/Turmalinlagen zwischengeschaltet. Im Makrobereich ist die Trennung von psammitisch/pelitisch in den hangenden Partien strenger erfolgt, als in den Liegenden. Einzelne Millimeter bis Zentimeter starke Karbonatquarzitlagen weichen von dem eintönigen Sedimentationsbild ab. Sie sind durch Lösungsvorgänge luckig/porös und durch eingestreuten Manganmulm braun gefärbt. Bei Lesesteinen ist das Karbonat meist herausgelöst und mit HCl im Gelände nicht nachweisbar. Frische Stücke werden von Alizarin selektiv gefärbt.

Sehr selten sind graphitreiche Phosphoritknollen. Graphit ist randlich der Konkretion angereichert oder dringt längs Rissen in diese ein.

Die Teilanalyse ergab: (Gew.%)

SiO	37,5 %	
P	9,0 %	
C	2,1 %	(Analytiker: PRASCHNOWSKY 1965)

Die Untersuchung auf Alkalien, Erdalkalien, Fe, Al, und die Spurenelemente wurde spektralanalytisch durchgeführt. Die Werte (Gew.%) ergeben die Grössenordnung.

Tabelle 6:

Ca	1 - 10			Mo	--
Mg	0,1 - 1			B	--
Sr	0,01 - 0,1			Bi	0,001-0,01
Ba	0,01 - 0,1	Na	0,1 - 1	Zr	0,001-0,01
Na	0,1 - 1			La	0,01 -0,1
K	1 - 10			Ce	--
Al	1 - 10			Y	0,1 -1
Fe	1 - 10			Yb	0,001-0,01
MnO	0,1 - 0,1			Cd	--
				Nb	--
				Dy	0,01 -0,1
				Pr	--
				Ho	--
				Er	--
				Eu	--
(Analysen: A.A. PRASHNOWSKY 1966)				Ru	--

Typisch ist die für Phosphorite charakteristische Anreicherung der "biogenen" Spurenelemente. Der Wert von Yttrium liegt besonders hoch.

c. BEREICH DER FELDSPATQUARZITE UND ARKOSEN

Innerhalb dieses Bereichs erfolgt vom Liegenden ins Hangende eine Kornvergrösserung (Abb. 16). Der Gesamtbereich wurde in zwei Unterbereiche gegliedert, mit den Typen:

(Liegend zu Hangend)	
I Vorwiegend Feinsandiger Bereich	1. Porzellanartig aussehendes Material mit gekröseartig deformierten dunkleren Lagen im Millimeterbereich. 2. Weisse, unregelmässig dunkel gebänderte Feldspatsandsteine mit Flaserschichtung. 3. Hell weisse Gesteine mit einzelnen Chloriten.
II Mittel bis Grob-Sand-Bereich	4. Weiss/gelbe Arkosesandsteine.SChichtung wird durch muskowitische Streifung angedeutet, kann auf einzelne Muskowitlagen anschwellen. 5. Arkosen, grüngrau, grüne Quarzite.

Diesen Gesteinen gemeinsam ist ein relativ hoher Apatitgehalt, die Typen 1. und 2. besitzen vereinzelte karbonatische Breiche, die makroskopisch durch ihr poröses Verwittern und durch Manganmulm auffallen. Grünes tuffitisches Material, auf das weiter oben eingegangen wird (Kap. Grauwacken.), ist den Sedimentiten episodisch zwischengeschaltet. Die Schichtung der Arkosen wird angezeigt durch lagige Anreicherung der Grossfeldspäte, durch Apatitlagen und spärliche Muskowit/Turmalinlagen. (Abb. 17)

Nach der Schüttung der Arkosen geht die Korngrösse zurück um mit der Schüttung der feldspatarmen Geröllquarzite wieder anzusteigen.

Mikroskopie:

Typ 1. Sehr eintöniges Schliffbild. In bezug auf Korngrössen homogene Quarz/Feldspat-Lagen. Drei Klassierungen 10,40,100u jeweils auskeilende Lagen bildend. Muskowitnester und Chlorit spärlich.

Integration:					
(Vol.%)	Quarz 54	Muskowit	13	1000P	(Nr. 154)
	Plag. 30	Chlorit	2,4	99,4 %	

Typ 2: Gradierte Schichtung wird angedeutet durch Abnahme der Korngrösse (Quarz/Feldspat) und analog zunehmenden Muskowitgehalt. Der einzelnen Zyklus endet meist mit einer graphitischen Apatitlage. Bei vereinzelten Quarz/Feldspatlagen erfolgt die Sortierung nicht nur in der Vertikalen sondern auch in der Horizontalen (Flaserschichtung). Kreutzschichtung ist lokal ausgebildet z. B. Quarz/Feldspatlage bildet einen Winkel mit einer Apatit-Lage.

Im Mineralbestand sind zu nennen:

Quarz undulös auslöschend, von einer zu den einzelnen Domänen subparallellen Lineation durchzogen. Korngrösse 50-100u.
Plagioklas Zwillinge nach Karlsbad/Albit-Gesetz. Häufig verwachsen mit Quarz. Graphophyrstruktur endet an den Korngrenzen. An-Gehalt 10-12%, Maximum 30%.
Kalifeldspat unterlag einer Albitisierung Schachbrettalbite.
Muskowit als Schuppen in Quarz Feldspatlagen oder eigene Lagen bildend.
Chlorit, blassgrün, Pol. gelbgrau als Schuppen und lagig, gefelderte Auslöschung. Hier häufiges Auftreten von apatitzusammen mit Siltquarz. Apatit auch in separaten Lagen. Hier Mosaikstruktur. Intergranular Graphit. (0,05 %).
Akzessorien: Erz und Rutil.

Integration: (Vol.%)	Nr. 59	Nr. 61	Nr. 63
Quarz	45,0	48,9	34,9
Feldspat	26,5	30,0	30,7
Muskowit	24,0	21,4	31,1
Chlorit	1,9	0,6	1,1
Apatit	1,4	0,4	1,3
Erz/Rutil	0,6	0,4	1,1
	99,4 %	100,7 %	100,2 %
	2000P	1000P	1000P

Typus 3. Einheitliches Schliffbild, Quarz/Feldspat (50-100u) Feinsandbereich, in Lagen angereichert. Feldspat Albit/Oligoklas, verzwillingt Albit/Periklin, Spaltbarkeit gut, einige Kristalle Zonarbau (Wechsel der Serizitisierungsintensität.) Verwachsung mit Quarz häufig. Implikation endet an den Korngrenzen = Altbestand. Quarz/Feldspat-arme Bereiche setzen sich aus feinschuppigem Serizit und einzelnen Apatit-Körnern zusammen. Ilmenit (Rutil) häufig. Penninblastese vereinzelt ausgebildet.

Quarz/Feldspatlagen sind makrokopisch weiss, die serizitischen Bereiche grün getönt.

An-Gehalt des Plagioklases 10 (20) %

Integration:							
(Vol.%)	Quarz	20,8	Pennin	4,1	100,2 %		
	Plag.	34,0	Rut./Ilm.	4,0	1000P	(Nr.100)	
	Musk.	36,6	Akz.	0,7			

Typ 4 Quarz/Feldspat-Matrix. ss angedeutet durch subparallele Serizitschnüre. Feldspat gleich Plagioklas mit An 12, maximal 29 % an. Kalifeldspat albitisiert. Korngrösse: Matrix 50-100u, vereinzelte Grosskörner 500-700u, Quarz analog. Apatit statistisch über Schliff verteilt.

Integration:						
(Vol.%)	Quarz	56,0	Muskowit	21,0	99,6 %	(Nr.144)
	Plag.	19,0	Apatit	3,0	1000P	

Typ 5 Makroskopisch blaugrün, s-Flächen seidig schimmernd durch Muskowit. Feldspäte bei 2 mm, Quarz 1-1,5 mm Korngrösse, Muskowit/Turmalinlagen grauschwarz

Mikroskopie: ss wird durch Muskowit/Apatit/Graphit-Partien angedeutet. Quarz 0,07 mm dominant, 0,14 Klassierung selten. Grossquarze 0,5-1 mm. Feldspäte = Plagioklas 25-28 % An und Schachbrettalbit mit reliktischem Kalifeldspat, 1-2 mm. Zwillingslammellen und Felderung der Schachbrettalbite verformt. Albitisierung des Kalifeldspates erfolgte präkinematisch. Apatit tritt im Norden akzessorisch auf, Schliffe vom analogen im Streichen südlich gelegenen Material weisen 1-3 % Apatit auf.

Die photometrische Bestimmung ergab hier 0,09 Gew.% P_2O_5 entsprechend 900 g/t.

Der C-Gehalt beträgt 0,03 Gew.% entsprechend 300 g/t.

Die Korngrössenverteilung der Arkosen ist aus Abbildung 25 ersichtlich.

Grüne Quarzite: Nach der Korngrösse (50-70u) liegen sie im Feinsandbereich. Dabei tendiert der Feldspat zur grösseren Körnung. Feldspat (Albit/Oligoklas) meist getrübt, ohne Zwillingsbildung. Vereinzelte Feldspataggregate 150u mit der Einzelkorngrösse von 6-7u konnten nicht näher bestimmt werden. Chlorit flaschengrün bis lichtgrün, Pol. grauviolett, gehört der Thuringitreihe an. (Sinkt in Bromoform ab.) Muskowit parallelschuppig. Zirkon häufig, Korngrösse 30u rundlich. Erz verwachsen mit Titanit, vereinzelt sagenitisch. Akzessorien: Turmalin, X grün/ Z schwarzgrün, Apatit. Der C-Gehalt liegt bei 0,03 Gew.%. Schichtung ist im Schliff nicht rekonstruierbar.

Integration: (Vol.%)		M 101	M 102	M 103	M 143 (Süd)
	Quarz	43,0	43,0	40,0	38,0
	Plag.	16,0	25,0	20,8	26,0
	Schachbrettalb.	6,3	4,9	9,5	3,4
Arkosen	Muskowit	35,0	26,4	26,5	30,0
	Chlorit	0,2	1,0	2,1	1,3
	Erz	n.b.	n.b.	n.b.	0,5 x
	Apatit	n.b.	n.b.	1,0	(3,5)
		100,5 %	100,3 %	99,9 %	99,2 %

Summe 500P

x) gesondertausgezählte Lage.

Integration: (Vol.%)		M 133
	Quarz	42,5
	Plag.	31
	Muskowit	4,1
Grüne Quarzite	Chlorit	14,2
	Zirkon	0,8
	Anatas	0,8
	Rutil	-,-
	Erz	7,0
		100,4 %

600 P

Klassifizierung sämtlicher Typen siehe Abb. 21.

d. QUARZITE MIT EINLAGERUNGEN VON GERÖLLQUARZITEN UND GRAUWACKEN.

Mit der Sedimentation von Geröllquarziten im Hangenden der Feldspatquarzite und Arkosen findet ein Wechsel des Sedimentationsmilieus statt. Sowohl im feinkörnigen wie im grobkörnigen Bereich der Geröllquarzite wird Feldspat nur untergeordnet sedimentiert. Dabei ist feinkörniges Material etwas feldspatreicher. Die Geröllquarzite sind feldspatfrei, die Grauwacken II in deren Hangenden feldspatarm. Die zwischen den beiden Horizonten auftretenden grünen Quarzite sind dagegen feldspatführend.

Geröllquarzite

Vorkommen: NNE-SSW ziehend bildet der Geröllquarzit als Härtling im Steinachtal eine ca. 50m mächtige Felsrippe (Höllfels). Im Streichen lässt sich das Gestein in N-S-Richtung 2 km verfolgen, dabei treten bei den einzelnen Varietäten Veränderungen auf, die eine Milieuänderung nach Süden andeuten. Im Hangenden des Horizontes treten wieder grüne bis graue Quarzite auf, die feldspatführend, denen des Liegenden gleichen. Nördlich des Steinachtales sind im Bereich der "Hellen Glocke" einzelne Grauwackenlinke ausgebildet. Auf sie wird an anderer Stelle eingegangen. Südlich der Steinach sind Geröllagen in den hangenden Quarziten des Geröllquarzites sehr spärlich.

Makroskopie: Die s-Flächen sind bedingt durch die Grossquarze höckrigrauh. Die Farbtönung reicht bei den einzelnen Varietäten von weissgrau bis grün. Die Geröllquarz führenden Quarzite bilden Meter mächtige Pakete zwischen schwarzen Phylliten, untergeordnet zwischen Quarzphylliten und Bänderschiefern.
Die makroskopisch ausscheidbaren Typen sind: (MIELKE 1964)

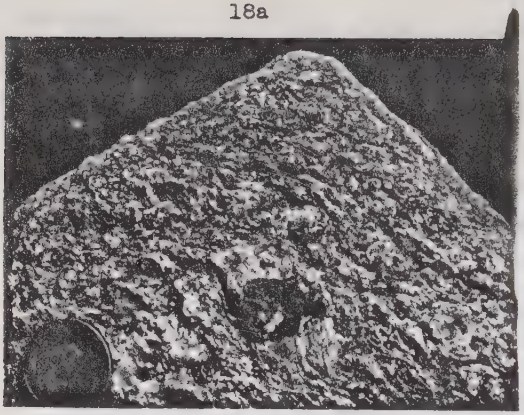
1. Chloritarme, weisse Geröllquarzite geringerer Korngrösse, Turmalin-Hornfelsgerölle führend.
2. Chlorit führende Geröllquarzite geringerer Korngrösse, graublaue Farbtönung.
3. Chloritreicher Normaltyp mit der häufigsten Verbreitung, graugrün, geröllquarzreich.
4. Typus Chlorit/Pyrit, olivgrün, keine makroskopisch sichtbaren Geröllquarze.
5. Chloritreicher Typ Süd.
6. Schwarze Phyllite.

Typus 1. steht mit einer 2 Meter mächtigen Bank kurz unterhalb der aufragenden Wand am Höllfels an (Bk 8604/3930). Das Gestein neigt zur plattigen Absonderung, Geröllquarze fallen makroskopisch nicht auf. Schwarze 1-2mm maximal 1 cm grosse Gerölle zeichnen die Schichtung nach. (Abb. 18 a)

Mikroskopie: Schichtung wird wiedergegeben durch parallelschuppigen Muskowit. Die korngrössenverhältnisse gehen aus Tabelle 9 Abb. 25 hervor. Organogene Beeinflussung ist durch lagigen Graphit/Apatit angezeigt. Die Gerölle sind kantengerundet. Die Grenze zur Quarzitmatrix sehr scharf. Turmalin, 7u, X lichtgelb/Z blaugrün, ist Hauptbestandteil. Quarz, Serizit, Erz konnten nur sehr selten beobachtet werden. Es handelt sich um Turmalinhornfelsgerölle. Durch die Zurundung wurden die Turmalin-Einzelkristalle an der Geröllgrenze jeweils gekappt.
Turmalinbruchstücke (100u) mit gleichem Pleochrioismus bilden episodische, auch makroskopisch sichtbare (;Quarzit ist dunkelgefärbt) lagige Seifenbereiche. Sie sind oft mit körnigem Erz vergesellschaftet. (Abb. 18 b)
Unter den untersuchten Geröllen befand sich ein Quarzitgeröll (4,5 x 2,5cm). Die Matrix setzt sich hier ausschliesslich aus Quarz (70u) zusammen. Mosaikstruktur zusammen mit das Geröll durchsetzenden Erz/Serizit-Schuppen machen eine präkonglomeratische Kontaktmetamorphose wahrscheinlich.

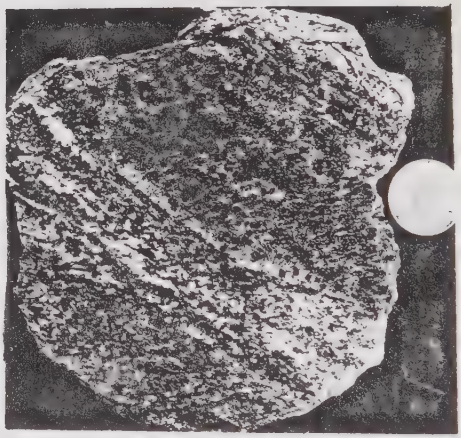
Typ 2. ss durch Schwankungen des Serizitgehaltes überliefert. In serizitischen Bereichen ist die Feinschichtung durch subparallele Apatit/Turmalin-Bänder angezeigt. Quarz alleiniger Bestandteil der Grundmasse. Die Geröllquarze sind in s ausgelängt und mit der Grundmasse verzahnt. Die tektonische Beanspruchung äussert sich ausserdem

18a



19

7



14

20

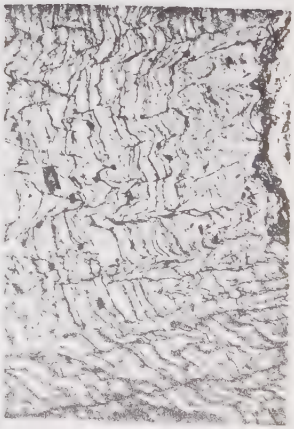


Abb.14: Granat/Albit-Phyllite. Mn reiches Sediment (granatreich) füllt eine Rinne in quarzitischem Material. Darüber ist Flaserschichtung angedeutet. In Mn freien Lagen erfolgt keine Granat-Sprossung. Während sich Granat- und Plagioklasblastese normalerweise ausschließen, treten in obiger Lage beide Minerale gehäuft auf. 0,7x.

Abb.17: Bereich der Feldspatquarzite und Arkosen: Arkose mit Feinschichtung. (Falte). 2x.

Abb.18a: Turmalinhornfels-Geröll in Geröllquarzit.

Abb.18b: Geröllquarzit mit Turmalinhornfels-Fragmenten. Im oberen Bereich werden nur noch kleine Fragmente und aufgearbeiteter Turmalin sedimentiert. 2x.

Abb.19: Phosphorit-Lage in Geröllquarzit Typ Süd. Links aufgearbeiteter, schwarzer Phyllit. 1,6x.

Abb.20: Schwarzer Phyllit: Feinschichtung. Die dunkle Bänderung wird durch Anreicherung von Turmalin/ Graphit hervorgerufen.
M30, 20x.

in Böhmscher Streifung und partieller anomaler Zweiachsigkeit der Grossquarze. Chlorit parallelschuppig, lavendelblaue Polfarben, Einschlüsse: Zirkon. Erzeugt im Wirtskristall pleochroitische Höfe. Akzessorien Rutil Erz.

Typ 3. verhältnismässig chloritreich, bildet den Hauptbestandteil der Geröllquarzitbänke. Die Geröllquarze sind von Chloritumsäumt. Tektonische Beanspruchung wie oben, Zermörtelung selten. Rekristallisation der Grossquarze wurde nicht beobachtet. Apatit spärlich in einzelnen Körnern. Akzessorien Rutil/Erz.

Typ 4. bildet cm-mächtige Bänkchen zwischen den chloritischen Typen. Grossquarze treten zurück. Einzelne Quarzkörner oder Gruppen mehrerer Körner von Chlorit umflossen. Pyrit idiomorph bis hypidiomorph. Akzessorien: Muskowit, Apatit.

5. Typ Süd. Die oben aufgeführten chloritarmen Varietäten keilen nach Süden aus. Die südliche Fortsetzung des Geröllquarzites ist bei gleicher Korngrösse der Geröllquarze wesentlich chloritreicher. Die Farbtönung ist intensiv grün. Im Chloritgehalt ähnelt er dem Typus Chlorit/Pyrit. Apatit ist lagig angereichert und kann bis cm-mächtige, schwarze Phosphoritlagen bilden (Abb. 19) Letztere wurden am nördlich gelegenen Höllfels nicht beobachtet. Apatitanreicherungen liegen dort im mikroskopischen Bereich. Die schwarzen Phyllite liegen nur als intraformationelle Gerölle vor.

Das Schliffbild gleicht dem des Typus 4. Die Grossquarze sind von Chlorit umsäumt. Apatit lagig oder in Nestern. Akzessorien: Erz, Granat, Zirkon. Der Granat ist immer mit Schwermineralen vergesellschaftet. Idiomorphie liegt nicht vor. Es dürfte sich um Altbestand handeln.

6. Schwarze Phyllite: Mit den oben beschriebenen Quarzittypen wechsellagern grauschwarze Phyllite, die grosse Ähnlichkeit mit Graphitschiefern zeigen. Stellenweise bilden sie Linsen, die nach einigen Metern auskeilen. Graphitgehalte lassen sich jedoch nur mikroskopisch oder in der Analyse nachweisen. Sie sind verhältnismässig gering (0,3% C 0,1 % P_2O_5). Die Mächtigkeit der Phyllite liegt im cm- und dcm-Bereich. Die Grenze zu den Phylliten ist scharf. Aufarbeitung wurde beobachtet. Geröllquarzit greift in Buchten in den unterlagernden schwarzen Phyllit ein. In den unmittelbar überlagernden Quarzitpartien ist die ehemals tonige Substanz als intraformationelle Gerölle angereichert. Die oben genannten Quarzphyllite und Bänderschiefer sind makroskopisch untypisch. Mikroskopisch sind stets Lagen von schwarzem Phyllit auszumachen. In den etwas sandigeren Partien herrscht Gradierung vor.

Mikroskopie: Das Schliffbild zeigt einen sehr feinen Serizit/Turmalin-Phyllit mit wenigen Quarzgehalt. Laminare Feinschichtung ist bis ins Detail erhalten. (mm bis einige u) (Abb. 20) Sie liegt in der Anreicherung des Turmalins in spezifischen Schichten begründet. Turmalin Korngrösse 3-10 u. Pleochroismus X farblos/ blassgelb, Y und Z braun, mit der Längsachse vorwiegend senkrecht B eingeregelt. Dies

dürfte auf ss parallele Ausgleichsbewegungen bei der Faltung zurückzuführen sein. Der Feinbau ist durch Biegeschergefüge nur schwach deformiert, Graphit bevorzugt die Turmalinlagen. Quarz bildet vereinzelte zur Feinschichtung parallel verlaufende Lagen (Korngrösse 6u). Ilmenit leisten,zahlreich, sind regellos über den Schliff verteilt. Durch Leukoxenbildung erscheinen sie im Anschliff weiss.

MODALER MINERALBESTAND. CHEMISMUS UND KORNGRÖSSENSTATISTIK

I. Feldspatreiche liegende Zone.

Abbildung 16 zeigt die stetige Korngrössen zunahme vom Typ 1 mit starkem Grobschluff-Anteil bis zu den hangenden Arkosen die in ihrer Klassierung Feinsand, Mittelsand und Grobsand überstreichen. Der makroskopische ersichtliche Korngrössenunterschied zwischen der liegenden Zone I mit den Typen 1, 2 und 3 und der hangenden grobkörnigeren Zone II mit den Typen 4 und 5 konnte auch bei der mikroskopischen Untersuchung fixiert werden. Die Sedimentite der Zone I überschreiten den Feinsand Bereich nicht, in der Zone II ist der Mittelsand- und Grobsand-Bereich dominant. Die Summenkurven zweier Arkosenproben zeigt Abb. 25, Tab. 7 Kurve 1 von Probe 103 verläuft nahezu linear, Probe 102 weist durch höhere Prozentzahlen im Mittelsandbereich eine stärkere Krümmung auf. Beide Kurven kennzeichnen ein Gemisch von vielen Körnungen. Eine genetische Aussage ergibt sich nicht.

Arkose Probe 103 (Vol.%)

(MM)					
0,045-0,2	0,2-0,6	0,6-2	2 - 6	670 Körner	99,7 %
88 %	6,8 %	4,5 %	0,9 %		

Arkose Probe 102 (Vol.%)

(mm)					
0,045-0,2	0,2-0,6	0,6-2	2 - 6	286 Körner	100,5 %
88 %	7,6 %	4,2 %	0,7 %		

Abbildung 21 zeigt die Lage der oben beschriebenen Typen im Konzentrationsdreieck mit den Parametern Quarz Kieselschiefer Q
Glimmer Chlorite M
Feldspäte Kaolinit F

Darstellung nach KRYNINE.

Nach dieser Klassifikation liegen sämtliche Typen im Feld der "feldspatreichen Grauwacken". Lediglich Typ 1, 4 und die grünen Quarzite lägen dem Arkose-Feld nahe. Diese Benennung halte ich hier für unglücklich, da in allen Fällen die für die Grauwacken typische Komponente der Gesteinsbruchstücke fehlt. Ich möchte daher obige Typen als glimmerreiche Arkosen bezeichnen.

Metamorphosebedingte Verschiebungen in der Klassifikation, bedingt durch Verglimmerung von Feldspäten dürften die Lage im Konzentrationsdreieck nur unwesentlich beeinflussen. Selbst bei einer starken Verglimmerung, für die es mikroskopisch keinerlei Anhaltspunkte gibt, hätten die ursprünglichen Sedimente immer noch z. T. im Felde der unreinen Arkosen gelegen.

Aus Abbildung 21 folgt, dass sowohl die Feldspatgesteine der feinkörnigen Zone wie die der grobkörnigen Arkosen praktisch ein konstantes Feldspat/Glimmer-Verhältnis aufweisen. Unterschiede sind hauptsächlich im Quarzgehalt gegeben, der längs der Linie AB fast linear variiert. Dabei wächst mit steigendem Quarzgehalt der Feldspatgehalt geringfügig an, umgekehrt verarmt er etwas bei sinkendem Quarzgehalt zu Gunsten des Glimmeranteiles.

In der Zone I (Feinsandbereich) nimmt der Quarzgehalt vom Liegenden ins Hangende ab. Es liegt hier eine analoge Veränderung der Sedimentationsbedingungen vor wie bei der Granat/Albit-Serie.

II. Feldspatarme Zone.

In Abbildung 22 (Tabelle 8) ist die Lage der einzelnen Geröllquarzittypen im QFM Dreieck dargestellt. Bezogen auf Feldspat liegen sie alle im Minimalbereich des feldspatarmen Grauwackenfeldes. Die Turmalinhornfelsgerölle führenden Geröllquarzite und der geröllführende Muskowitquarzit aus der muskowitquarzitischen Zone liegen nahe dem Feld der Orthoquarzite im Sinne von KRYNINE.

Da die Abhängigkeit des Quarzgehaltes vom Muskowit und Chloritgehalt aus dieser Darstellung nicht ersichtlich ist, wurden die gleichen Typen im Konzentrationsdreieck mit den Parametern Quarz, Chlorit und Muskowit dargestellt. (Abb. 23) Generell kann hier entnommen werden, dass der Quarzgehalt mit steigendem Chloritgehalt parallel zur geraden CM abnimmt. Die Variationsbreite ist aus dem gestrichelten Feld ersichtlich.

In Abbildung 24 (Tab. 9) sind von 4 Geröllquarzittypen die Fe^2/Fe^3, Mn, P_2O_5 und C-Gehalte in Gew. % dargestellt. Die einzelnen "Peaks" wurden durch Geraden verbunden. Die daraus resultierenden "Kennlinien" der einzelnen Quarzittypen zeigen, dass der südliche Geröllquarzit höhere Eisen- und Mangan-Werte aufweist als der nördliche chlorithaltige Normaltyp und der chloritarme Typ I (Turmalinhornfels-Geröll führender Quarzit). Er gleicht dem nördlichen, feinkörnigen, seltenen Typus Chlorit:Pyrit.

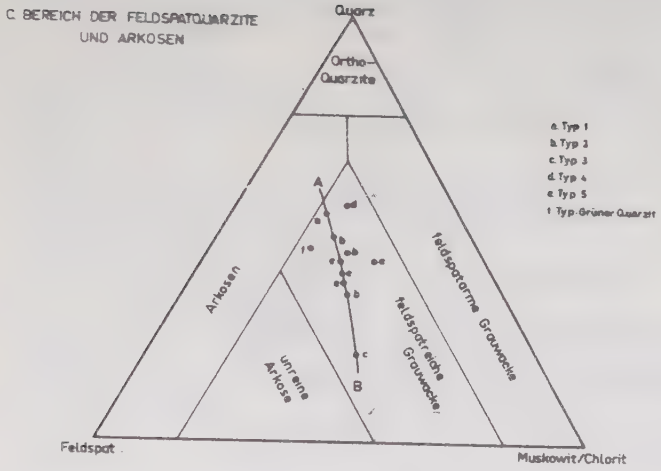


Abb.21:Verhältnis Quarz.Feldspat,Glimmer.

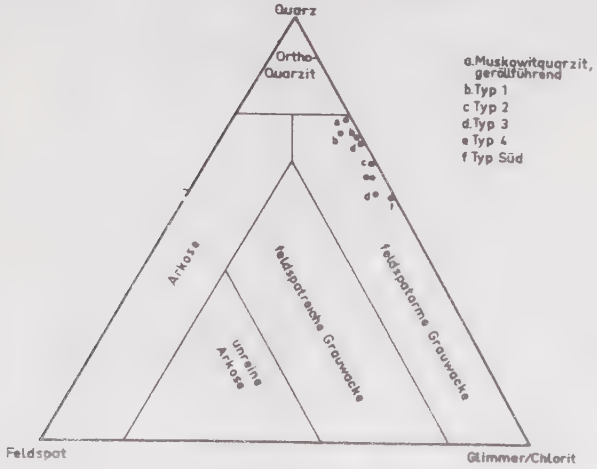


Abb.22:Lage der Geröllquarzite im QFM Dreieck.

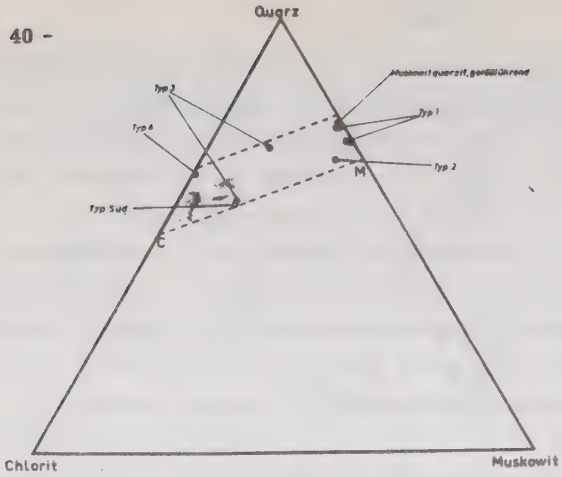


Abb.23:Abhängigkeit des Quarzgehaltes vom Glimmeranteil bei den Geröllquarziten.

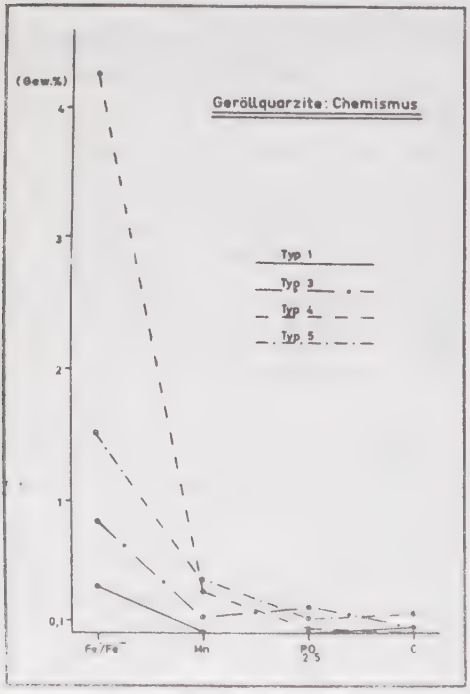


Abb.24:

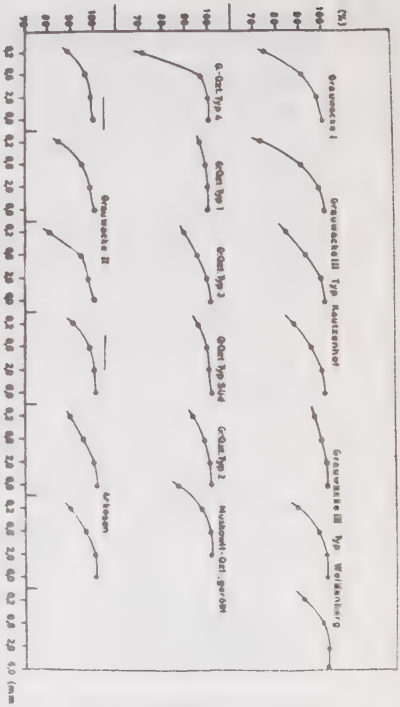


Abb.25:Summenkurven der Quarz-Korngrößen verschiedener klastischer Horizonte.

Eisen- und Mangan-Gehalte sind miteinander gekoppelt. Die P_2O_5- und C-Werte lassen keine gegenseitige Abhängigkeit erkennen. Dies kann allerdings auch auf eine metamorphosebedingte Verarmung an Kohlenstoff zurückzuführen sein.

Korngrössenverteilung:

Abb. 25 aus Tabelle 9 zeigt den Verlauf der Summenkurven der verschiedenen Geröllquarzittypen.

Typ 1. Chloritarmer, muskowitischer Geröllquarzig mit Turmalinhornfelsgeröllen. Untypische flach auslaufende Kurve, geringer Grobsandanteil.

Typ 2. Chlorithaltiger Geröllquarzit
Kurve etwas steiler ansteigend als 1. = höherer Mittelsandanteil

Typ 3. Chloritreicher Normaltyp.
Im Mittelsandbereich stärkerer Anstieg als vorige. Grobsandanteil etwas höher als vorige.

Typ 4. Chlorit/Pyrit
Sehr steiler Anstieg im Mittelsandbereich, rasches Verflachen im Grobsandbereich. Kurve zeigt grosse Ähnlichkeit mit der Summenkurve eines Strandsandes (KÖSTER 1964). Typischer Anstiegswinkel von 70°.

Typ 5. Südlicher Geröllquarzit.
Im Mittelsand gleiches Verhalten wie 3., dann geringes Unterdrücken der Grobsandfranktion und nochmaliger Anstieg im Feinkiesbereich. Ausfall, bzw. Unterdrückung einer Franktion durch Brandung (SINDOWSKY 1957a)

Typ Muskowitquarzit geröllführend.
Kurve ähnlich Typ 4 Anstiegswinkel hier jedoch 60°.

Bei den gröberen Quarzittypen entfällt der für die Deutung mit wichtige Feinsandanteil, der mikroskopisch, aber auch metamorphosebedingt nicht ermittelt werden konnte.

Zusammenfassung und Verlauf der Sedimentation.

Im Hangenden der Granat/Albit-Phyllite führt ein grundlegender Milieuwechsel zur Sedimentation vorwiegend klastischer Sedimente. Diese Entwicklung beginnt mit dem muskowitquarzitischen Bereich und endet mit der Ablagerung der Grauwacken II. Parallelschichtung, die die liegenden Sedimente kennzeichnete, wird durch Flaser- und Schrägschichtung sowie durch schlecht geschichtetes Material abgelöst. Faktoren, die bei der Metamorphose eine spezifische Mineralblastese bedingten, sind nicht mehr gegeben.

Das Sedimentationsschema basiert auf dem sich vier mal wiederholenden Zyklus: feinkörnig-zunehmende Körnung-grobkörnig-feinkörnig-Sedimentationswechsel-Wiederholung. (Abb. 62b)

Drei Krongrössenmaxima fallen mit einer maximalen Aufarbeitung zusammen. Feldspat führende Sedimentite werden hier durch feldspatarme Quarzite, Geröllquarzite und Grauwacken ersetzt. Der Feldspatgehalt steht mit der Korngrösse in umgekehrten Verhältnis. Anders verhält sich der Bereich der Feldspatquarzite und Arkosen. Hier nimmt der Quarzgehalt vom Liegenden zum Hangenden ab. Die maximale Korngrösse fällt nicht mit einem Minimum des Feldspatgehaltes zusammen, es werden Arkosen im Grobsandbereich sedimentiert. Die Sedimentation könnte von sich wiederholenden Meeresspiegelschwankungen beeinflusst gewesen sein. Es wäre dann:

1.) Zunehmende Korngrösse-Korngrössenmaxima verbunden mit abnehmendem Feldsptagehalt (ausgenommen Bereich C.) = negative Strandverschiebung. Korngrössenmiximum-Korngrössenabnahme-Sedimentationswechsel = positive Strandverschiebung.

Die grobklastischen Ablagerungen des Bereiches D tragen Merkmale strandnaher Bildung (Wattbereich).

1.) Geröllquarzite wechsellagern mit reinsten, graphitischen Peliten
2.) Gute Aufarbeitung der Geröllquarzite = feldspatarm
3.) Makroskopische, teilweise auch mikroskopisch belegbare gute Klassierung der Quarzite. (z.B. 96 % zwischen 0,045-200u), Summenlinie zeigt Ausfall einer Fraktion.
4.) Reduzierendes Milieu (Pyrit/Phosphatbildung.)

Einige Indizien legen die Vermutung nahe, dass im Norden das Milieu landnäher gewesen ist.

1. Verarmen der Geröllquarzitvarietäten nach Süden.
2. Auskeilen der schwarzen Phyllite nach Süden.
3. Auskeilen der Grauwacken II nach Süden. (siehe dort)
4. Steigen des Chloritgehaltes (steigende Fe/Mn-Werte) nach Süden.
5. Steigende P-Werte nach Süden. Typ Süd hat Phophoritlagen, Apatitgehalte bei Typ Nord sind nur mikroskopisch nachweisbar.

Die karbonatische Entwicklung die im Hangenden des muskowitquarzitischen Bereiches begonnen hatte, wird von der arenitischen Beeinflussung unterdrückt und letztlich verdrängt. Sie setzt erst wieder im Hangenden der Grauwacken II ein. Das sich zur Karbonatbildung analog verhaltende [illegible] hält dagegen in der gesamten psammitisch/psephitischen Zone durch.

Dies spricht für Ablagerungsbedingungen wie sie heute in Schelfrand-Gebieten herrschen. (EMERY, K.O. 1960, RUCHIN 1953) Die Sedimentation von Phosphoriten beschränkt sich auf Wassertiefen von 30-300m (Phosphorite des Typ Süd). Phosphatkörner und Oolithe (Apatitanhäufungen in Geröllquarziten, Arkosen und Feldspatquarziten) ist im eigentlichen Küstengebiet vorherrschend. Stärkere Karbonatbildung war in diesem küstennahen, durch klastische Sedimentation geprägtem Milieu nicht möglich.

Die durch Turmalinhäufung wiedergegebene Feinschichtung der schwarzen Phyllite spiegelt die Schwankungen der Borkonzentration bei der Sedimentbildung wieder. Das Bor wurde dabei an die Tonminerale gebunden. Die Metamorphose (Diagenese?) schuf dann die Mineralassoziation Serizit-Turmalin.

Die Konzentrationsschwankungen des Bors können auf Schwankungen der Salinität oder bei deren Konstanz, auf periodische Temperaturschwankungen zurückzuführen sein. (ERNST 1966) Ein Indiz für letzteres könnte die Tatsache sein, dass graphitisches Pigment mit noch erhaltenen organischen Resten (Kutikulen) immer an die Turmalinreichen Lagen gebunden ist.

Tabelle 8. Integrationen Geröllquarzit. (Angaben Vol.%)

		a	b	
Typ 1.	Geröllquarze	8,9	16,0	a.M.157
	Quarzmatrix	61,0	56,0	159
	Muskowit	26,4	22,0	160
	Chlorit	0,8	1,2	
	Apatit	0,1	2,9	b.M 162
	Erz	0,3	0,1	163
	Turmalin-Hornf.	2,7	0,5	164
		100,2	99,7	
		1824 P	1258 P	
Typ 2.	Geröllquarze	6,9	-,-	Typ 4.
	Quarzmatrix	55,2	63,0	
M 30	Muskowit	27,0	Akz.	M 5
	Chlorit	5,0	34,0	
	Apatit	4,0	Akz.	
	Erz	2,0	3,0(Pyrit)	
	Turmalin-Hornf.	-,-	-,-	
		100,1	100,0	
		1000 P	2000 P	
Typ 3.	Geröllquarze	13,0	8,8	Typ 5.
	Quarzmatrix	58,0	58,0	
	Muskowit	11,8	11,8	M 66
M 32	Chlorit	17,0	31,0	
	Apatit	Akz.	Akz.	
	Erz	Akz.	Akz.	
	Turmalin-Hornf.	-,-	-,-	
		99,8	100,8	
		2000 P	1000 P	

Tabelle 9. Korngrössenverteilung der Geröllquarzite.

	0,045-0,2	0,2-0,6	0,6-2	2 - 6	(mm)
Typ 1	96,6	1,5	1,2	0,6	99,9 % 886 K
Typ 2	92,5	5,3	1,9	0,5	100,2 % 419 K
Typ 3	89,0	5,1	4,3	1,3	99,7 % 391 K
Typ 4	72,0	25,0	3,6	-,-	100,6 % 393 K
Typ 5	94,0	4,8	0,6	0,7	100,1 % 696 K
Typ Musk-Qzt.	85,0	12,0	2,4	0,3	99,7 % 292 K

Typ 1 M 163/ Typ 2 M 30/ Typ 3 M 32/ Typ 4 M 5/ Typ 5 M 66/ Typ Musk. M 196

Tabelle 10 Geröllquarzite: Chemismus (Angaben Gew. %)

Typ	1	3	4	5
$Fe_{Ges.}$	0,36	0,86	4,26	1,52
Mn	Sp.	0,12	0,32	0,4
P_2O_5	Sp.	0,20	0,03	0,11
C	0,03	0,03	0,01	0,14

5. BÄNDERSCHIEFER - KALK/KALKSILIKAT III

a. Bänderschiefer.

Das vorwiegend quarzitische Hangende der Grauwacken II und der Geröllquarzite geht senkrecht zum Streichen in eine eintönige und für die Geländearbeit uncharakteristische sandig-tonige Folge über. Einziges Merkmal ist die mehr oder minder entwickelte Bänderung, die auf Schwankungen des Tongehalts einerseits und des Quarz/Feldspatgehaltes andererseits beruht. Die Bänderung folgt dabei vereinzelt zwei Rhytmen (doppelter Rhytmus von v. GAERTNER's), wobei der eine die Separierung des sandig-tonigen Materiales betrifft, während der andere dazu übergeordnet die Mächtigkeiten der einzelnen Schichten zyklisch beeinflusst. Die Separierung erfolgt dabei im mm-Wechsel, während die Mächtigkeits-Schwankungen sich im cm-Bereich abspielen. Abb. 26 soll dies verdeutlichen. Es muss hier vermerkt werden, dass die Bänderung von D. RICHTER irrtümlich als eine schichtparallel deformierte Schieferung angesprochen wurde. Verfasser hatte sich auf Grund eines Handstückes dieser Meinung angeschlossen. (MIELKE 1964) Neuere Untersuchungen konnten dies nicht bestätigen. Die "schichtparallele Schieferung" ist in Wirklichkeit eine intensive Transversalschieferung, die eine vorwiegend isoklinale Faltung begleitet. (SANNEMANN 1966) Bei dem oben geschilderten Material dürfte es sich um das Äquivalent der von GAERTNER als stratigraphischen Begriff gebrauchten Bänderschiefer handeln.

Teilintegration Bänderschiefer:

Quarz	61,5	Muskowit	25,0	(Nr. 18)
Plag.	14,5	(Vol.%)		

Zum Hangenden dieser "Bänderschiefer-Serie" setzt eine schwach karbonatisch geprägte Sedimentation ein.

b. Kalk/Kalksilikat III

Es handelt sich um mehrere Meter mächtige Pakete von Feldspatquarziten und Quarzphylliten, die Karbonat sowohl als Bindemittel aufweisen, als auch einzelne cm-mächtige reine Karbonat-Lagen ausgebildet haben. Der Horizont ist Niveau beständig und wurde auf Blatt Weidenberg (SANNEMANN) (Felsen am Zainhammer, V3), auf Blatt Berneck (Berneck Nord: Felsen an der B. Str. 303 gegenüber Bhf. Bischoffsgrün G. EBHARD 1964, Berneck Süd: Steinbruch Kropfbachtal, 8355/4133) und auf Blatt Ebnath (Phyllite s. Kautzenbach H. RASCHKA 1964) nachgewiesen. Bei Blatt Berneck

Süd ist der Zusammenhang des Profils durch eine Störung oberhalb des Karbonat-Horizontes zerstört. In allen anderen Fällen beträgt der Abstand Kalkhorizont-Frauenbach-Serie ca. 800-500 Meter.

Auf Blatt Weidenberg ist bei (8324/3798 Zainhammer) eine ca. 10 Zentimeter starke Karbonatlage erschlossen. Auf Blatt Berneck Nord sind die Kalklagen durch Kontakteinwirkung in Kalksilikat umgebildet, die TEUSCHER 1952 bereits erwähnt. Die ehemaligen Kalklagen erreichen hier Mächtigkeiten von mehreren Zentimetern.

Im Hangenden dieses Horizontes treten Plattenquarzite und "Epiorthogneise" (SCHÜLLER 1934) auf. Dicht darüber folgt Frauenbachquarzit. Die Ortho-Natur eines Teils der "Gneise" auf Blatt Ebnath und Weidenberg hielt einer eingehenderen Untersuchung nicht stand. Möglicherweise sind auch weitere "Gneise" auf Blatt Weidenberg/Berneck/Ebnath paragen.

Die Begleitgesteine der Kalkarkosen und Karbonatlagen sind vorwiegend graugetönt mit vereinzelten gelbbraunen Schmitzen. Co_2-Entwicklung erfolgt bei ihnen nur in gemahlenem Zustand. Der Kalkgehalt der Kalkarkosen ist im Gelände im frischen Zustand mit HCl nachweisbar.

Mikroskopie:

Schliff zeigt Bild eines Feldspatquarzites. Quarz in s leicht gestreckt. (100u) Plagioklas etwas grösser (150-200) Zwillingsgesetz: Karlsbad/Albit, seltener Periklin. Unverzwillingte Kristalle unterlagen einer stärkeren Serizitisierung. An 8-15%, meist um 10 %.

Calzit eingeregelt in s. Zwillinge selten, intergranular und in Schmitzen, häufiger lagig angereichert. Muskowit in dem s folgenden Leisten. Biotit/Chlorit liegt akzessorisch vor. Turmalin als Schwermineral, alter Kern: X farblos/Z blau mit nadelig aufsitzender Neubildung: X hellgrün/Z olivgrün. Zirkon dem ss folgend, z. T. angereichert, zuweilen anomal 2+ , 2 E ~ 5° sonst Brookit und Ilmenit.

Integration. (Vol.%)

	M 82	M 15 (Calzitarm)
Quarz	34,0	37,0
Plag.	13,5	29,0
Muskowit	28,0	27,0
Biotit/Chlorit	0,3	4,0
Calzit	21,0	0,4
Zirkon	0,5	nb.
Brookit opak.	2,2	2,4
	99,3 %	99,8 %
	2241 P	1970 P

Kalksilikat von Berneck Nord zeigt ein entsprechendes Bild. Es wechseln Quarz/Feldspat/Aktinolith-Lagen mit Diopsid/Epidot-Lagen. Die Schichtung wird gelegentlich fast völlig aufgelöst und ist dann nur durch höher brechende Substanz angedeutet, die in Diopsid sowie in rekristallisierten Quarz eingelagert ist. Hypidiomorpher Apatit ist häufig.

Im Hangenden dieses Horizontes treten neben den oben erwähnten Plattenquarziten und "Epiorthogneisen" untypische Bänderschiefer auf.

Zusammenfassung

Im Hangenden der Grauwacken II erfolgt eine sandig-tonige Sedimentbildung. Sand/Ton ist durch unbekannte Faktoren teilweise separiert und unterliegt übergeordneten, periodischen Mächtigkeitsschwankungen. Zum Hangenden setzt dann wieder eine karbonatisch beeinflusste Entwicklung ein, die von der arenitischen Komponente stark überlagert ist und letztlich wieder verdrängt wird. Mit der Ablagerung von Plattenquarziten klingt die rhytmische Sedimentseparierung unter Unterdrückung der tonigen Komponente aus. Zum Hangenden kommen grobklastische Sedimente zur Ablagerung auf die im nächsten Kapitel eingegangen wird.

6. TEKTONISCH ISOLIERTE VORKOMMEN (Eb.)

a. DIE KALKSILIKATE VON MEHLMEISEL

Wie aus der Übersichtskarte ersichtlich, liegen die Kalksilikatfelse von Mehlmeisel genau im Streichen der Wunsiedel/Thiersheimer Kalk/Kalksilikat-Zone. Die Einheitlichkeit des Zuges wird dabei durch ein, in Streichrichtung gemessen, ca. 5 km breites Granitareal zerstört. Die Kalksilikate werden nördlich (bei Fichtelberg), südlich (bei Mehlmeisel) und östlich von Granit begrenzt. Die unmittelbare Kontaktzone selbst wurde dabei durch jüngere tektonische Bewegungen überfahren. Nach Westen stösst die Kalksilikat-Serie an der NNW-Komponente der Schwarzberg-Störung (Störung: Mehlmeisel-Fichtelberg-Gleisslinger Fels.) gegen die untypische Serie der Chloritoid-Zone ab.

Die Kalksilikat-Serie bildet dabei die "Basis" eines NW-SE gerichteten, ca. 2 km breiten Streifens von Metasedimentiten, der nach NE vom Granit des Ochsenkopfmassives, nach SW von der Berneck-Schwarzberg-Störung begrenzt wird.

DIETER RICHTER (1963) will bei der Kartierung ein umlaufendes Streichen der Kalksilikat-Serie festgestellt haben und sieht sie daher als Kern eines Großsattelelements an. Dieser Ansicht tritt bereits V. LUDWIG (1964/65) entgegen. Auch die Neukartierung sowie die Aufnahme des Grabens der Gasleitung Mehlmeisel-Fichtelberg konnte die Kartierung D. RICHTERS in keiner Weise bestätigen. Der von D. RICHTER angegebene umlaufende Schichtverband wurde nicht angetroffen. Der Wechsel Kalksilikat/Kalksilikat-Wechsellagerung-Phyllit/Quarzit ist tektonisch bedingt. Offenbar wurde auch Quarzit mit Kalksilikat verwechselt.

Makroskopie:

Der Kalksilikatfels ist besonders nach Süden hin massig und dicht. Die primäre Schichtung wird durch einen Wechsel von grünen-blaugrünen und weisslichen Lagen gebildet. Gelegentlich ist zwischen zwei Lagen Schrägschichtung eingeschoben. Reliktische karbonatische Bereiche sind selten. Die bereits in dem südlichen Bereich auftretenden dunklen Phyllit-, bzw. hellen Quarzitlagen häufen sich nach Norden zu. Oberhalb von Oberlind geht die Serie in eine Kalksilikat-Phyllit-Quarzit-Wechsellagerung über.

Die Kontaktmetamorphose steigt nördlich P 615,31 merklich an. Die Kalksilikat-Lagen sind hier häufig von Quarzgängen und granitischem Material durchtrümert. Unmittelbar in der Kontaktzone zum Granit werden die phyllitischen Lagen vom granitischen

Material imprägniert, während die Kalksilikat-Lagen verschont bleiben.
Auffallend ist auch, dass tertiär verwitterter Kalksilikat, wie er in der Grube der Ziegelei Mitterlind abgebaut wird, längs dem Hauptstörungssystem parallel verlaufender Kleinstörungen unmittelbar an völlig frischen Kalksilikatfels grenzt. (Aufschlüsse im Gasleitungsgraben bei der Druckregelstation, Abzweigung der Strasse nach Neugrün von der Strasse nach Fichtelberg.) Diese Erscheinung kann auch in der Grube der Ziegelei beobachtet werden. (Siehe Kap. TEKTONIK.)
Die Schichtung fällt in ungestörten Bereichen bei NE-SW-Streichen nach SE ein. Die in der Ziegeleigrube Mitterlind z. T. aufgeschlossenen Phyllite stossen an zwei NNW-SSE streichenden Störungen gegen Kalksilikat ab. Infolge ihrer starken, tertiären Verwitterung können sie nicht näher angesprochen werden.

Mikroskopie:
Es wurden lediglich Übersichtsschliffe hergestellt. Die grünlichen Partien des Gesteines bestehen vorwiegend aus Diopsid und einer aktinolithischen Hornblende. Untergeordnet sind Albit, Mikroklin und Quarz. Die weisslichen Lagen haben Zoisit und Quarz (70u) angereichert. Parallel zu ss angeordnete Biotittäfelchen spiegeln ebenfalls eine Änderung der Sedimentation wieder.

Zusammenfassung:

Die Kalksilikate von Mehlmeisel stellen das westlichste Vorkommen des Wunsiedel/Thiersheimer Kalk/Kalksilikat-Vorkommen dar. Nach Norden lässt sich eine zunehmende Beeinflussung durch eine sandig-tonige Komponente feststellen. Umlaufendes Streichen der Sedimentausbisse besteht nicht.

b. METASOMATISCH GRANITISIERTE PHYLLITE SÜDLICH FICHTELBERG (Bl. Ebnath)

Am Südhang der "Hennenlohe" (se. P. 666) bei Fichtelberg wurden zahlreiche Lesesteine eines gneisähnlichen Gesteines angetroffen. Das Gebiet grenzt im Norden an Granit, nach Osten und SW wird es von zwei Störungen von den übrigen Metasedimentiten abgeschnitten. Beide Störungen gehören dem Schwarzberg/Berneck/Gleißlinger Fels-Störungssystem an.

Makroskopie:

Das Gestein ist durch Fe^3-Lösungen, die beim Abbau von Magnetit und Biotit entstanden, rötlich gefärbt. Es besteht im wesentlichen aus Quarz und Feldspat, untergeordnet aus Muskowit, Biotit und Magnetit (Martit). Quarz und Feldspat bilden dabei 1-2 mm dicke Lagen, die häufig noch Kleinfältelung erkennen lassen. Bei stärkerer Auflösung der alten Textur kristallisiert Quarz und Feldspat in parallel angeordneten Linsen und Schläuchen. Beim Anschlagen spaltet das Gestein meist nach diesem Lagenbau. Auf solchen Flächen ist das B-Linear durch linear angeordnete Muskowittäfelchen reliktisch erhalten. Senkrecht zu dieser Lineation sind ac-Flächen angedeutet. In keinem Zusammenhang zum tektonischen Gefüge stehen das Material durchsetzende Quarzgänge.

Mikroskopie:

Der megaskopisch sichtbare Lagenbau äussert sich im Schliffbild als ein Wechsel von Quarz/Feldspat, Muskowit und Andalusit-Bahnen. Zeugen der Tektokinese sind durch Umkristallisation im Schliffbild nicht mehr erkennbar.

Bei den Feldspäten können zwei Generationen unterschieden werden. Die erste Generation zeichnet das alte ss nach. Die xenomorphen Kristalle sind sehr stark getrübt, Zwillinge und Spaltbarkeit sind selten ausgebildet. (◊ Albit-G.) Letztere wird stellenweise durch orientiert eingelagerte Rutilnadeln angedeutet. Eine optische Vermessung war infolge der starken Zersetzung der Kristalle nicht möglich.

Die zweite Generation durchdringt die erste Generation sowie die übrige Grundmasse schlauchartig. Oft wird dabei der alte Lagenbau vollständig verdrängt. Es handelt sich um Albit/Oligoklase (An 10-20), Zwillinge fehlen, die Spaltbarkeit ist besser entwickelt als bei der ersten Generation.

Quarz (0,4 mm) kristallisiert bei den Quarzlagen mit Mosaikstruktur. Er ist hier von feinsten parallelen Rissen durchzogen, in die oft eine hochlichtbrechende Substanz eingelagert ist. Quarz von Quarzgängchen kristallisiert flammig.

Andalusit, verwachsen mit Sillimanit ist vorwiegend mit Plagioklas der ersten Generation vergesellschaftet und zeichnet wie dieser das alte ss nach. Muskowit ist tafelig entwickelt und ordnet sich dem Chemismus des alten ss entsprechend zu Bahnen an. Die Tafel erscheinen dabei häufig verbogen. Biotit, missfarben, kommt weniger häufig vor. Limonit durchsetzt in feinsten Adern den gesamten Schliff.

Akzessorien: Erz, Turmalin z.T. chloritisiert.

Zusammenfassung:

Bei dem Gestein handelt es sich um einen alten B-Tektonit. Dem Lagenbau nach zu schliessen dürfte es sich um quarzphyllitisches Material gehandelt haben. (Wechsel Phyllit/Quarzit) im Millimeter-Bereich. Der ursprünglich tonige Anteil bildet die Andalusit/Plagioklas-Lagen, wobei der Plagioklas I auch auf ursprünglichen Feldspatgehalt des Sediments zurückgehen kann. Der Plagioklas II entstammt dem granitischen Material. Er bildet den Hauptbestandteil der Metasomatose.

C. GRAUWACKEN

Grauwacken-Horizonte sind aus dem Ostteil des Fichtelgebirgs/Erzgebirgs-Antiklinoriums seit längerer Zeit beschrieben worden. (NAUMANN, BECK, LEPSIUS, EIGENFELD, MEHMERT, SCHMIDT, LEINHOS) In entsprechenden Arbeiten über das Fichtelgebirge selbst sind dagegen keine Grauwacken aufgeführt worden. D. RICHTER (1959) benutzt zwar diesen Begriff, aber ohne eingehendere Bearbeitung.
Verfasser konnte in zwei stratigraphischen Niveaus Grauwacken nachweisen. (MIELKE 1964/65). Auch auf Blatt Ebnath konnte ein Grauwacken-Horizont aufgefunden werden. Er wurde später von V. LUDWIG (1964/65) beschrieben.
Einige dieser Horizonte galten bislang auf Grund ihres Feldspatgehaltes sowie auf Grund gelegentlich beobachteter "graphischer Implikation" von Quarz/Feldspat als orthogen. (SCHÜLLER 1934). Im Rahmen dieser Arbeit soll nun hier der Geröllinhalt der einzelnen Horizonte und soweit möglich, ihr Verhalten im Streichen untersucht werden.

Vorkommen:

Grauwacken sind in drei verschiedenen, stratigraphischen Niveaus ausgebildet.

1. Im Hangenden des Ebnather Kalksilikats = Grauwacken I (Eb.)
2. Im Hangenden des Geröllquarzites = Grauwacken II (Bk.)
3. Im Liegenden des Frauenbachquarzites = Grauwacken III (Bk./Wg./Eb.)

(Die Aufzählung entspricht der stratigraphischen Abfolge.)

Die östlich meines Arbeitsgebietes gelegenen Vorkommen der Grauwacken I wurden von H. RASCHKA bearbeitet. Die Grauwacken II konnten nur auf Blatt Berneck festgestellt werden. Die Grauwacken III dagegen wurden in "Epi-Orthogneis"-Vorkommen auf Blatt Berneck, Weidenberg und Ebnath nachgewiesen. Es ist anzunehmen, dass weiteres, scheinbar orthogenes Material in Wirklichkeit paragen ist. Dieses von sicherem orthogenem Material zu trennen, ist methodisch nicht immer einfach. Ich beschränkte mich auf drei "Stichproben", die "ortho"-negativ ausfielen. Zur weiteren Klärung dieses Problemes müssten weitere Arbeiten angesetzt werden.

1. GRAUWACKEN I

Die Grauwacken bilden cm- bis m mächtige Bänke in den oberen Bänken der Wechsellagerung. Das Gestein ist grauweiss, stark gestriemt, mit in B stark ausgelängten, weissen, gelblichen und grauen Geröllen. (Meist 1-3 cm in bc.) Geröllquarze sind

häufig schwärzlich gefärbt. Ihr Durchmesser beträgt etwa 2 Millimeter. Feldspäte fallen im angewitterten Gestein nicht auf. Sie sind nur am frischen Anschlag als weisse, ca. 1-3 mm grosse Augen zu erkennen. Schichtung ist am unpräparierten Handstück nicht zu bemerken. Desgleichen können die Gerölle nur mikroskopisch im Dünn- oder Anschliff angesprochen werden. Nach dem makroskopischen Bild ist man geneigt, sie als feinkörnige Serizitquarzite anzusehen.

Vorkommen: Tertiär verwittert, im Hohlweg bei (9254/3458), als Lesesteine bei (9286/3460) und anstehend an der Naab bei (9294/3418). Typ "Brand" bei Friedhof Brand (9372/3598). Alle Fundstellen Blatt Ebnath.

a. Dünnschliffbild:

aa. Gerölle: Es konnten folgende Geröllty pen festgestellt werden:

1. Felsitporphyre	
2. Feinkörnige Porphyre	
3. Wie 1 und 2, jedoch viel Serizit	Magmatite
4. Dihexaeder-Quarzgerölle mit anhängender Grundmasse	
5. Kalifeldspat mit anhängender Grundmasse	
6. Hornfelsquarzite	
7. Gneisgerölle	Metamorphite
8. Apatitquarzite	
9. Phosphrite	Sedimentite

1. Felsitporphyre: Die makroskopische Farbe im Anschliff ist weiss. Die Geröllgrösse beträgt wenige Millimeter bis einige Zentimeter.

Matrix: Sie besteht aus einem Quarz/Feldspat-Gemisch (3-6u). Quarz und Feldspat sind tropfenartig miteinander verschränkt. Der Feldspatanteil kann bei 1000x Vergrösserung am kleineren n erkannt werden. Die Art des Feldspates ist nicht näher zu identifizieren. In diese Grundmasse sind Quarz/Feldspat-Einsprenglinge von ca. 30u eingelagert. Der Quarz liegt häufig als Rhombenquarz bzw. als Dihexaeder-Bruchstücke vor (Abb. 27) Reliktisch erhaltener Kalifeldspat hat tröpfchenartige Quarz-Einschlüsse. Die Form ist meist hypidiomorph entwickelt. Xenomorphe Quarz/Feldspateinsprnglinge sind daneben ebenfalls vorhanden.

2. Feinkörnige Porphyre: Grundmasse: Quarz/Feldspat (30-60u), untergeordnet Vitrophyranteil (6u). Die Struktur ist granophyrisch. Die Einsprenglinge zeigen meist die Dihexaeder Form. (300-2000u). Die Kristallwinkel sind durch tektonischen Stress geringfügig verzerrt. Bei der Durchbewegung fliesst die porphyrische Grundmasse um die Einsprenglinge herum. Randliche, mit Grundmasse ausgefüllte Korosionsschläuche der Quarze sind häufig. (Abb. 28) Feldspat = Kalifeldspat hat eine geringere Korngrösse als die Quarzeinsprenglinge. (400-900u) Die Albitisierung bewirkt eine Felderung zu Schachbrettalbit. Myrmekitisierung wurde ebenfalls beobachtet. Über die Gerölle verstreut liegen vereinzelte Serizitschuppen.

3. Typ ähnlich wie 1 und 2, jedoch sehr viel Serizit.

Die Matrix besteht hier aus sperrig angeordnetem Serizit/Muskowit (30-50u). Quarz/Feldspat liegt mit 35-80u intergranular in obiger Grundmasse. Einsprenglinge: Dihexaeder-Quarz (450u), Korosionsschläuche häufig, ausgefüllt mit serizitisiertem Feldspat. Albitisierter Kalifeldspat hat eine geringere Korngrösse (150u). Nach dem Albit-Gesetz verzwillingte Plagioklase sind selten.

In der Geröllgrundmasse treten schlierige Erzanreicherungen auf.

Integration: (Vol.%)	Quarz	20,0	Feldspat	39,9	Muskowit	39,0	Opak	1,7
	Summe	99,7 (59 MP)						

Die Gerölle sind schlecht integrierbar, die Angaben dürften mit Fehler behaftet sein.

4. Dihexaeder-Quarzgerölle mit anhängender Grundmasse.

Die makroskopische Farbe ist meist schwarz. Grösse 2-4 mm und darüber. Die Dihexaeder-Form ist häufig noch zu erkennen, besonders wenn noch anhängende Quarz/Feldspatgrundmasse vorhanden ist. (40u) Die Kristalle sind von Rissen durchzogen, die zusammen mit Korosionsschläuchen durch Totalreflexion die schwarze Färbung der Geröllquarze bewirken. Quarze ohne anhängende Grundmasse des Ausgangsgesteines sind meist rundlich, die ursprüngliche Dihexaederform ist nur gelegentlich zu erkennen. Dies bedeutet, dass die Dihexaeder-Quarze beim Materialtransport durch die anhängende Grundmasse vor der Zurundung geschützt waren. Kristalle die durch Abrieb ihre Matrixhülle verloren hatten, wurden zugerundet.

Die Auslängung der Quarzeinsprenglinge durch die Tektokinese ist je nach Probe verschieden. Zum Teil beträgt die Abweichung vom Kristallinnenwinkel (120^{o}) nur wenige Grad, andere Kristalle sind zu langen Quarzfahnen ausgezogen.

5. Feldspat mit z. T. anhängender Grundmasse.

In den meisten Fällen handelt es sich um teilweise albitisierten Kalifeldspat. (1 mm, max. 4 mm) Die Kalifeldspat-Domänen unterscheiden sich durch ihr geringes n. Die Verzwillingung des Kalifeldspates erfolgte meist nach dem Karlsbader Gesetz, in zwei Fällen wurde das Bavenoer Gesetz beobachtet. Von Wichtigkeit ist, dass die Zwillingslammellen in albitisierten Domänen, ◊ Albit-G., verformt sind, die Albitisierung also vor der letzten Durchbewegung bereits abgeschlossen war. Die anhängende Grundmasse ist relativ grob mit 75-150u.

Mikroklin-Gerölle konnten bis auf einen Fall nicht beobachtet werden. Die Albitisierung bevorzugte bei ihm die Zwillingsalmmellen nach hOl.

6. Hornfelsquarzite konnten dreimal als Geröllkomponente festgestellt werden. Bei einem Geröll mit den Halbachsen a 1,2 cm/b 0,6 cm (ac Schnitt) war eine durch Korngrös senunterschied gegebene Schichtgrenze erhalten. In dem makroskopisch weissen Teil des Gerölls betrug die Quarzkorngrösse 90-100u, im grauen Teil lag sie zwischen 180 und 200u. (Abb. 29) Die Matrix besteht in beiden Fällen ausschliesslich aus Quarz. Mosaiktexturierung ist vereinzelt noch erhalten, sie unterlag jedoch zum grössten Teil der Durchbewegung und wird in s implikativ umgeformt.

An einer Stelle des Gerölls liegt zermörtelter Feldspat/Oligoklas als Intergranulare vor. Die Grenze zur Matrix der Grauwacke ist scharf. Serizit (1-7u), Ilmenit(10-30u) sind über das gesamte Geröll sperrig verteilt. Rutil 140u, rotbraun bis grünlichbraun ist dagegen selten.

Das zweite Geröll (4,5 x 3,6 cm) zeigt vorwiegend Mosaikgefüge. (90u) Hauptbestandteil ist Quarz, der Feldspatanteil liegt jedoch gegenüber Geröll 1 etwas höher. Erz und Serizit sind in gleicher Weise verteilt wie bei Geröll 1.

Integration: Quarz 54,0 Plagioklas 25,0 Muskowit 11,4 Biotit 8,0 Erz 0,8 (Gew.%) Summe 99,2

7. "Gneisgerölle"

Dieser Typ konnte nicht eindeutig identifiziert werden. Dies liegt z. T. daran, dass die einzelnen Gerölle zu klein sind. Das grösste hat die Ausmasse 2 x 0,5 cm und besteht aus subparallelen Quarz-Feldspat-Bahnen. (Abb. 30) (1-2 mm). Der Feldspat fingert schriftgranitartig in den Quarz vor. Es handelt sich um Albit/Oligoklase, 2 (+)/(-), mit starker Serizitisierung. Zwillinge sind nicht ausgebildet. Die Feldspatbahnen setzen sich aus ca. 120-200u grossen Einzelkristallen zusammen, mit vorwiegend implikativen Krongrenzen. Die Korngrösse in den Quarzbahnen liegt zwischen 300 und 450 u. Hier wiegt die Mosaikstruktur vor. Die Grenze des Gerölls zur Grauwackenmatrix ist scharf.

Für die Deutung des Gerölls ist von Belang, dass H. RASCHKA in einem diesem gleichen Geröll Granat feststellen konnte, der wahrscheinlicher Altbestand darstellt. Zusammen mit der eigenartigen Paralleltexturierung, hervorgerufen durch die strenge Separierung Quarz/Feldspat, macht dies die Deutung als Gneisgeröll wahrscheinlich. Für eine sichere Identifikation bedürfte es jedoch grösserer Gerölle.

8. Apatitquarzite.

Es wurde nur ein Geröll erfasst (1,5 x 0,5 cm), bei dem Quarz in zwei Klassierungen vorliegt. (7und 30u). Die Korngrenzen sind nur wenig verzahnt. Apatit ist intergranular und zusammen mit spärlichem Erz diffus über das Geröll verteilt.

9. Phosphorite.

Ihre makroskopische Farbe ist grau. Im Vergleich zu den Grauwacken I von H. RASCHKA sind Phosphorite nur spärlich vertreten. Die Matrix besteht aus Apatit (7u) mit Mosaikstruktur. Graphit sitzt vornehmlich in der Intergranularen. Quarzkörner 20u sind nur sehr spärlich zwischengeschaltet. Vereinzelter Biotit dürfte eine Neubildung der Metamorphose sein.

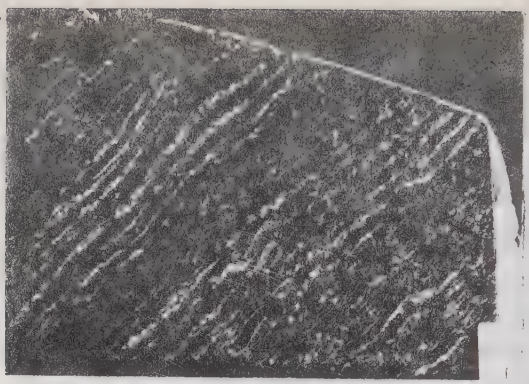
Von 68 untersuchten Geröllen waren:	Felsitporphyre	4/ 5,9 %
	Feink. Porphyre	41/60,0 %
	Serizitreicher Typ	14/20,6 %
	Hornfelsquarzite	3/ 4,4 %
	"Gneisgerölle"	3/ 4,4 %
	Apatitquarzite	1/ 1,5 %
	Phosphorit	2/ 2,9 %

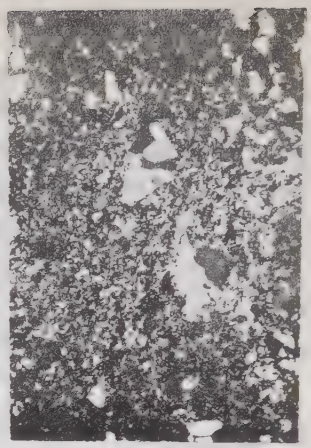
Geröllquarze und Geröllfeldspäte sind in jeder Probe enthalten.

Schliffbild Matrix:

Die Matrix setzt sich aus 0,3 - 0,4 grossen Quarz/Feldspatkörnern, feinsten Flittern von Porphyrgrundmasse, Muskowit und Biotit zusammen. Korngrössenunterschiede der Quarz/Feldspatkörner sowie die Anreicherung von Geröllkomponenten halten lagig durch und spiegeln die Schichtung wieder. Stärkerer Tongehalt macht sich in Muskowit bzw. Biotit-Lagen bemerkbar. Der Tongehalt nimmt stellenweise so stark zu, dass regelrechte Quarzphyllite mit vereinzelten Quarzgeröllen vorliegen. Bei noch stärkerem Zurücktreten der arenitischen Komponente kommt es gelegentlich zur Ausbildung von Muskowit/Apatit/Graphitphylliten.

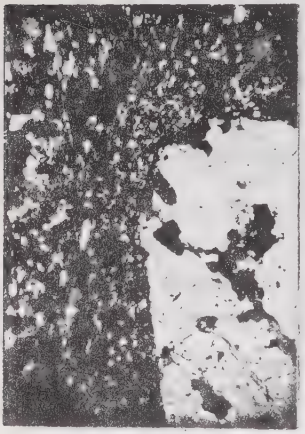
26

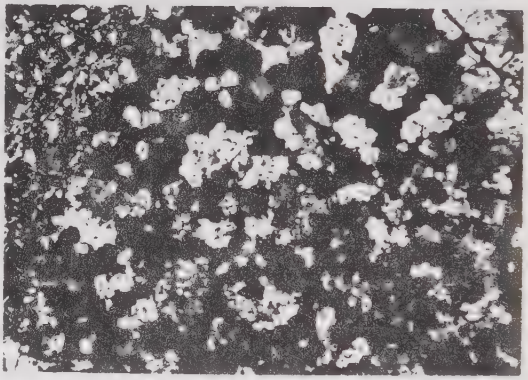




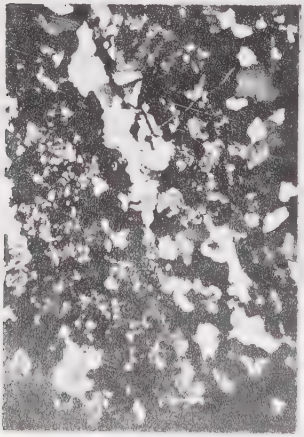
27

28

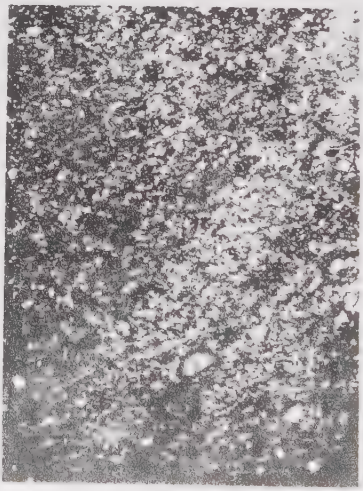




29



30



31

Abb.26:Bänderschiefer.Doppelter Rhytmus der Schichtung

Abb.27:Grw.I.Feinkörniges Porphyrgeröll mit Dihexaeder-Quarz-Fragmenten.M113,Nic.+,20x.

Abb.28:GrwI.Felsitporphyr-Geröll mit korodiertem Dihexaeder-Quarz.M126,Nic.+,80x.

Abb.29:Grw.I.Metaquarzit-Geröll mit überlieferter Schichtung. Grobkörniger Bereich links oben,feinkörniger rechts unten.M125,Nic.+,40x.

Abb.30:Grw.I.Gneisgeröll (?).M107,Nic.+,20x.

Abb.31:Grw.I.Schichtung: Von unten nach oben Abnahme der Korngröße.Rechts unten feldspatreich,links oben glimmerreich.Geröll:Metaquarzit.Der im Bild zu sehende Riß ist nicht präkonglomeratisch. 1,3x.

Apatit ist sowohl lagig angereichert als auch - insbesondere in quarzreicheren Partien - statistisch über das Material verteilt. (Korngrösse Quarz 0,14-0,07mm) Muskowit ist lagig angereichert. Zum Muskowit analog verhält sich der Apatit. Graphit durchstäubt die Matrix, findet sich aber auch in Putzen angereichert.

Der Kohlenstoffgehalt einer solchen Probe liegt bei 1,2 %

Der Phosphatanteil beträgt: P_2O_5 0,7 % (Gew.%)

Im Vergleich dazu das Grauwackenmaterial C 0,03 %

P_2O_5 Sp.

Die Klassifizierung der Grauwacken I ist aus der Abb.44 zu Tabelle 10 ersichtlich.

Typus Brand: Das Vorkommen beim Friedhof Brand (9372/3598) vertritt bei Annahme einer Sattelstruktur (V. LUDWIG, H. RASCHKA) das gleiche statigraphische Niveau. Die Ausbildung der Grauwacken ist jedoch verschieden von den Grauwacken bei Grünberg. Der Geröllinhalt verarmt und besteht fast ausschliesslich aus Quarz/Feldspat (2-4mm). Bei einigen Proben sind auch noch Porphyrgerölle enthalten, aber ihre Grösse (1-2mm) ist so, dass man kaum noch von Geröllen sprechen kann. Grössere Gerölle wurden zwar gelegentlich beobachtet, reichen aber zu einer genaueren Bearbeitung nicht aus.

Auffällig war ein Geröll, von hellgrüner Farbe, die mit der der Grauwackenmatrix übereinstimmt. (Die Farbe des Normaltyps ist graubraun.) U.d.M. Besteht das Geröll ausschliesslich aus feinschuppigem Serizit und wird von einem Quarz/Feldspat-Saum umgeben. Es ist anzunehmen, dass der Serizit sich bei der Metamorphose neu bildete. Das ursprüngliche Mineral ist nicht mehr zu identifizieren, möglicherweise war es Kalifeldspat (Vitrophyr?).

b. Anschliff:

Am lakierten Anschliff wird die Schichtung deutlich. Sie äussert sich durch Ab- bzw. Zunahme des Geröll-Quarz/Feldspat-Gehaltes, wobei eine Gradierung durch Abnahme der Korngrösse und Zunahme des Feldspatgehaltes ausgeprägt ist. Mit Porphyrgeröllen beginnt dann der nächste Sediment-Abschnitt. Schrägschichtung und Gradation ist besonders in geröllarmen feinkörnigerem Material ausgebildet. (Abb. 31)

Makroskopische Integration:

Eine quantitative Analyse des Geröllinhaltes lässt sich nur makroskopisch durchführen. Dünnschliffe sind ausgewählte Proben und verfälschen das wahre Bild. In geringerem Masse gilt dies allerdings auch für die angeschliffenen Blöcke bzw. Platten.

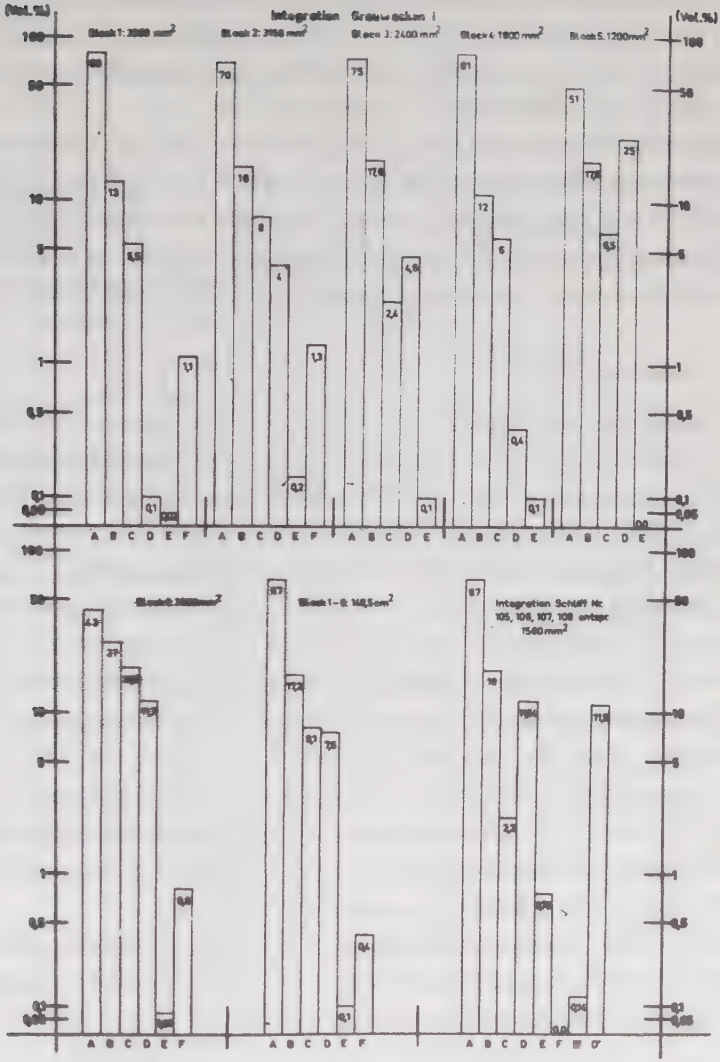


Abb.32:Integration Grauwacken I

Ein wesentlich höherer Fehler der makroskopischen Integration relativ kleiner Gerölle liegt darin, dass einzelne Komponenten im Anschliff falsch angesprochen werden. Der Fehler der Auswahl bei der mikroskopischen Integration und der oben genannte Hauptfehler der makroskopischen Integration bewirken das Divergieren der Ergebnisse der beiden Integrationsverfahren. (Abb.32, Tab. 10)
Relativ häufig vorkommende Komponenten wie Geröllquarze oder Matrix werden von den beiden genannten Fehlerquellen nur wenig berührt. Die Abweichung bei den Geröllfeldspäten liegt darin begründet, dass der Geröllquarzanteil gegenüber dem Geröllfeldspatanteil sehr viel höher ist. Der Matrixanteil eines ausgewählten Geröllschliffes ist dann für die genauere, statistische Erfassung der Geröllfeldspäte zu klein.

2. GRAUWACKEN II

Im Distrikt der "Hellen Glocke" (Bk. 8490/4030) sind im Hangenden der Geröllquarzite in blaugrauen bis graugrünen Quarziten gelegentlich Geröllquarz führende Lagen bzw. Grauwackenlagen ausgebildet. (MIELKE 1965) Die Grauwacken sind verhältnismässig selten mit ca. 50cm mächtigen, rasch auskeilenden Bänkchen in die Quarzite eingeschoben. Der Normaltyp führt im wesentlichen nur Blauquarz- und schwarze Gerölle, die makroskopisch Kieselschiefern ähneln. Daneben sind längliche, gelbe Flitter (1-2mm) in die Quarzmatrix eingeschaltet.
Grauwacken mit grösseren Gesteinsfragmenten sind noch seltener und heute nur durch Schürfen zu erschliessen, da der Aufschluss innerhalb von vier Jahren sehr stark verfallen ist.
Dieses Material führt Gerölle mit einer Grösse bis zu 5 cm in B und ca. 1 cm in C. Die Norm liegt bei 1-2 cm. in B. Die einzelnen Komponenten zeigen die Farben gelb, grau, weiss, grün und schwarz. Blauquarze sind bei diesem Typ seltener. Die Gerölle selbst sind im nicht präparierten Handstück unbestimmbar.
Schichtparallele Schieferung (RICHTER 1959) konnte auch bei diesem Material nicht bestätigt werden. Es handelt sich in Wirklichkeit um eine intensive, das ss schneidende Transversalschiefrigkeit. (Winkel s zu ss 30-40°).

a. Dünnschliffbild:

aa. Gerölle: Der Geröllinhalt setzt sich aus folgenden Typen zusammen:

1. Aplitgranitisches Material
2. Porphyrgranitisches Material
3. Blauquarze — Magmatite
4. Gangquarze

---

5. Turmalin-Hornfelse
6. Fleckschiefer — Metamorphite

---

7. Serizitgrundmasse mit Quarz/Feldspat
8. Quarz/Feldspatmatrix mit Chlorit — Grauw.
9. Quarzite — Sedimentite
10. Apatitquarzite und Phosphorite

1. Aplitgranitisches Material:

Die Grösse der Gerölle beträgt wenige Millimeter bis ca. 2 cm in B. Sie stellen den Hauptanteil der gelben bis orangen Fragmente in den geröllarmen Grauwackentypen. U.d.M. handelt es sich um eine einheitliche Quarz/Feldspatmatrix mit einer Korngrösse von 30-40u. Grössere Quarz/Feldspateinsprenglinge von 90-100u sind gelegentlich zwischengeschaltet. Der Kornverband besteht meistens aus einem polygonalen Quarz/Feldspatpflaster. Implikationsgefüge ist stellenweise ebenfalls ausgebildet.

Der Feldspat besteht überwiegend aus Plagioklas mit einem An-Gehalt von 0-15 % meist 5/6 %. Kalifeldspat ist albitisiert zu Schachbrettalbit und dürfte bereits primär nur akzessorisch vorgelegen haben. Verzwillingung nach Albit/Karlsbad-Gesetz ist nur selten ausgebildet. Die Spaltbarkeit ist gut entwickelt.

Serizit/Muskowit liegt sowohl schuppig als auch, besonders in Scherzonen, parallellagig vor.

Akzessorien: Turmalin X gelbgrün/Z Olivgrün, Chlorit und Ilmenit. Am Rande der Gerölle ist gelegentlich ein Hellgrimmersaum zur Matrix der Grauwacke hin entwickelt. Bei einem Geröll wurden 2 präkonglomeratische, mit Quarz verheilte Risse beobachtet. Die Korngrösse des Quarzes beträgt in den Rissen 700u bei vorherrschender Mosaikstruktur.

Die Integration zweier Gerölle ergab:

Quarz	39,0	53,0
Plag.	33,6	42,0
Musk.	25,8	5,0
Akz.	1,7	n.b.
	100,1 %	100,0 %
	280 P	250 P

2. Porphyrgranitisches Material:

Die Einsprenglinge bestehen vorwiegend aus Albit/Oligoklas mit einer Korngrösse von 0,7 bis 2 mm. Die Zwillingsbildung erfolgt nach dem Albitgesetz und ist meistens ausgebildet. Die Form der Kristalle ist, soweit feststellbar, hypidiomorph. Meistens sind die Feldspäte vollkommen serizitisiert, Korngrenzen und Verzwillingung liegen aber noch als "Palimpseststrukturen" vor. Kalifeldspat wurde nicht beobachtet.
Die Grundmasse (Quarz/Feldspat) hat eine wesentlich geringere Korngrösse (100-200u) und liegt als Pflaster zwischen einzelnen Feldspataggregaten.
In einem Fall war ein ca. 1 mm grosser Quarz mit polygonalem Umriss mit einem 0,4 mm grossem, nach Albit verzwillingtem Plagioklas verwachsen. An diesem Quarz/Feldspataggregat hing feinkörniger Quarz/Feldspat-Grundmasse (150u). Dieses System wird von einer dünnen Serizithaut von einem ca. 4 mm grossen Quarz (makrosk. Blauquarz) getrennt, der diesem Geröll zugehörig sein dürfte. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesem Material um ehemalige Porphyrgranite. (Abb. 33)

3. Blauquarze:

Die Blauquarze (2-3mm) sind genetisch mit dem unter 2. aufgeführten Material verknüpft. Hierfür spricht der oben geschilderte Zusammenhang mit dem "porphyrgranitischen" Material sowie gelegentlich anhängende Grundmasse mit der gleichen Struktur wie oben. U.d.M. zeigen die Geröllquarze in der Regel Korosionsschläuche die mit serizitisierter Feldspatsubstanz ausgefüllt sind. Soweit feststellbar, ist die Lichtbrechung kleiner als die des Quarzes. Spaltbarkeit ist nicht zu erkennen. Schachbrettfelderung ist häufig. Gelegentlich ist der Feldspat mit einer Apatitanreicherung verbunden. Die Korosionskanäle enden an den Korngrenzen des jeweiligen Quarzgerölles. Eine Rekristallisation der Geröllquarze liegt nicht vor. Randliches Zermörteln in einzelne Mosaikquarze konnte dagegen öfters beobachtet werden.
Die Blau- bzw. Graufärbung rührt von Flüssigkeitsbläschen, die mit hochlichtbrechender Substanz gefüllt, die Quarzgerölle subparallel, vergittert oder in Wolken durchziehen. Laut freundlicher, mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. PRASHNOWSKY handelt es sich um Stickstoff unter Beimengung von Edelgasen. Die Färbung ist mak-

roskopisch nicht einheitlich, sondern auf einzelne Bahnen oder Felder beschränkt. Die Grenze zum weniger intensiv gefärbten Quarz ist diffus.

(Grossfeldspäte): Geröllfeldspäte fallen makroskopisch nicht auf. U.d.M. sind sie ebenfalls relativ selten. Die Korngrösse liegt zwischen 0,6-1 mm. Dem Chemismus nach beteiligen sich an den Feldspatgeröllen sowohl Albit/Oligoklase mit intensiver Verzwillingung nach dem Karlsbad/Albit-Gesetz, als auch Kalifeldspäte. Der Kalifeldspat unterlag meist einer Schachbrettalbitisierung mit reliktischen Kf.-Domänen. Bei einem perthitischen Kalifeldspat verläuft die Richtung der neugebildeten Albite diagonal zu den subparallel verlaufenden, primären Albitspindeln. Beide Feldspatarten unterliegen einer mehr oder weniger intensiven Serizitisierung.

Die Geröllfeldspäte dürften wie die Blauquarze ebenfalls genetisch mit dem unter 2. geschilderten porphyrgranitischen Material im Zusammenhang stehen.

4. Gangquarze:

Farbe makroskopisch weiss. Die Gerölle sind von regellosen, mit Hämatit belegten Adern durchzogen. Das grösste Geröll mass 1 x 2 cm (Abb. 34). In der Regel werden sie von der Verformung stärker erfasst als die Blauquarzgerölle, was in der meist grösseren Korngrösse begründet liegt. U.d.M. bestehen sie aus einzelnen, ca. 0,7mm grossen Quarzkörnern, die durch eine feinkörnigere Quarzmörtelmasse voneinander getrennt sind. Die Verformung geschah im wesentlichen mechanisch durch Zermörtelung, wobei eine Materialverlagerung ermöglicht wurde.

5. Turmalinhornfelse:

Makroskopisch ähneln sie Kieselschiefern[x]. Sie sind Tiefschwarz und in ihrer Form von Metamorphose und Durchbewegung kaum beeinflusst worden. (Abb. 35) Die Gerölle bestehen fast ausschliesslich aus Turmalin. Pleochroismus X farblos, Z.gelbgrün. Die Korngrösse liegt bei 6u, kann aber auch bei einzelnen Geröllen auf 10-20u ansteigen. Die Grenze zur Matrix der Grauwacke ist in allen Fällen äusserst scharf. Einzelkristalle werden von ihr abgeschnitten. Die Gerölle sind identisch mit den aus den Geröllquarziten beschriebenen Turmalinhornfelsgeröllen.

Die Integration eines Gerölls mit grösserer Turmalinkorngrösse ergab:

Quarz	26,8	(Vol.%)
Turmalin	73,0	M 87
	99,8 %	
	250 P	

[x] Kieselschiefer (MIELKE 1964) konnten bei der Bearbeitung nicht bestätigt werden.

6. Fleckschiefer:

Ihre makroskopische Farbe ist schwarz, grau und grün. Die Geröllgrösse ist beträchtlich und reicht bis 1 bzw. 5 cm in B.

U.d.M. ist Schichtung meistens erhalten. Als Beispiel Komponente 1 aus Schliff M91.

a. Grünliche Lage bestehend aus Chlorit. Pleochroismus blassgrün/farblos, schwach. In die Chloritgrundmasse sind Hämatitnester statistisch eingesprengt, die in s ausgelängt sind.
b. Quarzitischer Bereich. Quarz (120u) bildet stellenweise mosaikstruktur. Feldspat (Albit) ist untergeordnet. (100u) Zwischen die einzelnen Körner ist feinkörniger Turmalin eingelagert, der z.T. in feinschuppigen Biotit/Chlorit umgewandelt wurde.
c. Quarz/Feldspat/Hämatit(Limonit)-Lage. Mosaikstruktur herrscht vor. Zwillinge des Feldspates = Albit/Oligoklas nach dem Karlsbach/Albit-Gesetz.

Neben Geröllen mit erhaltener Schichtung, liegen auch homogene Gerölle vor, z.B. Gerölle die aus verformtem Chlorit bestehen, Erz Putzen sind wie oben eingestreut. Bei einigen Geröllen wurden Chlorit/Serizit/Limonit-Zersetzungsprodukte angetroffen, die grosse Ähnlichkeit mit Zersetzungsprodukten des Cordierits aufwiesen. Sie sind vornehmlich an ursprünglich tonig-quarzige Bereiche gebunden.

Ein Quarzitfelsgeröllchen (1mm) zeigt Mosaikstruktur des Quarzes. (30-40u) Die Quarzmatrix ist von Turmalin durchsetzt.

7. Serizitgrundmasse mit Quarz/Feldspat:

Makroskopische Farbe gelb-grau. U.d.M. eintönige Serizitmatrix, darin eingelagert Quarz/Feldspat(Albit) mit den Klassierungen 70-140 und 30u. Die Gerölle sind meist stark nach dem jungen s ausgezogen. Es ist dann nicht mit völliger Sicherheit zu entscheiden, ob es sich um Sedimente oder Magmatite mit serizitisierter Grundmasse handelt.

Die Integration ergab: (Vol.%)

	M87K1	M88K2	M92K3
Quarz	38,0	15,0	16,5
Fedlspat	22,4	32,0	36,0
Serizit	36,0	52,0	47,0
Chlorit	3,2	0,8	n.b.
	99,6 %	99,8 %	99,5 %

8. Quarz/Feldspatmatrix mit Chlorit:

Quarz/Feldspatmatrix (Albit/Oligoklas) mit den Korngrenzen Quarz 80-150u, Plagioklas 300-400u, wird von schuppigem Chlorit(Prochlorit) durchsetzt. Die Korngrenzen zwischen Quarz und Feldspat verlaufen sich verschränkend glatt.

Die Integration ergab: M87K3

Quarz	55,0	
Plag.	23,0	(Vol.%)
Chlorit	21,4	
	99,4 %	
	210 P	

9. Quarzite:

Es handelt sich um feldspatfreie Quarzite ohne Glimmeranteil. Die Korngrösse beträgt 15 bis 30u, die Korngrenzen sind glatt und gegenseitig verschränkt. Schwerminerale wurden nicht beobachtet.

10. Apatitquarzite/Phosphorite:

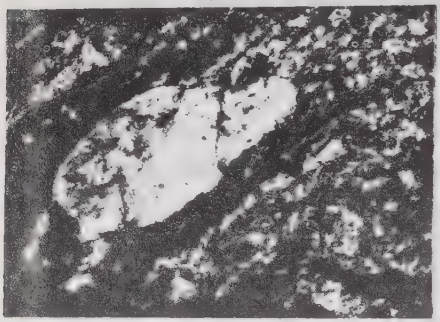
Dieser Typ ist relativ häufig. In den meisten Fällen handelt es sich um Apatitquarzite, die durch Abnahme der Quarzkorngrösse, verbunden mit der Abnahme des Quarzgehaltes zu Phosphoriten überleiten. Die Apatitquarzite liegen mit der Korngrösse des Quarzes von ca.5u im Siltbereich. Feldspat(Albit/Oligoklas 10u) tritt untergeordnet auf. Apatit ist neben Serizit über die gesamte Matrix verstreut. Die Korngrösse des Apatit beträgt ca.20u. Der serizitische Typ wiegt vor. Zwei Gerölle wurden jedoch beobachtet in denen Apatit neben Quarz/Feldspat in einer chloritischen Grundmasse liegt. Die Korngrössen liegen im gleichen Bereich. In allen Fällen ist das Material sehr dicht und von dunklem Pigment durchsetzt. Die Integration gestaltet sich schwierig und ergibt die Grössenordnung

	M87K2	M88K3	
Quarz	41,5	51,0	
Plag.	0,6	0,9	
Musk.	4,1	4,0	(Vol.%)
Chlorit	5,9	3,7	
Apatit	48,0	40,0	
	100,1 %	99,6 %	
	319 P	221 P	

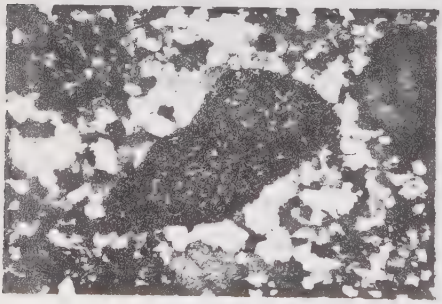
Von 31 untersuchten Geröllen entfielen auf:

Aplitgranitisches Material	7/22,6 %
Porphyrgranitisches Material	3/10 %
Turmalinhornfelse	6/19,4 %
Fleckschiefer	4/13,0 %
Serizitgrundmasse mit Quarz/Fsp.	4/13,0 %
Quarz/Feldspatgrundm. m. Chlorit	1/ 3,2 %
Quarzite	1/ 3,2 %
Apatitquarzite/Phosphorite	5/16,1 %

33

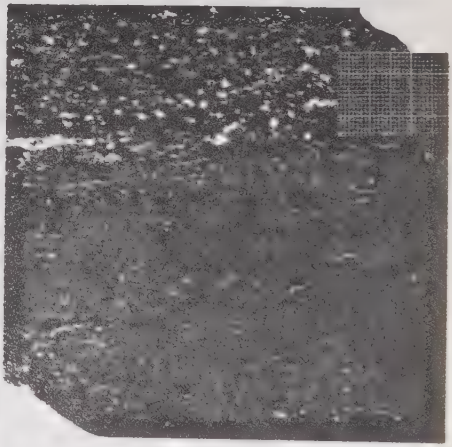


34



35

37



40

38

Abb.33:Grw.II.Porphyrgranitisches Material.Links Quarz-Feldspatgrundmasse,rechts Plagioklas Einsprenglinge. M 188,Nic.+, 20x.

Abb.34:GrwII.Gangquarzgeröll.2,5x.

Abb.35:Grw.II.Turmalinhornfels-Geröll.M87,Nic.1/2,20x.

Abb.36:Grauwacken II.Übersichtsaufnahme. 1,1x.

Abb.37:Grw.II.Geröllarmer Typ mit zyklischer Blauquarz-schüttung.

Abb.38:Grw.II:Feinkörniger Typ mit Schrägschichtung.Sie verläuft von rechts oben nach links unten.Das tektonische s verläuft von links oben nach rechts unten. 2x.

Abb.40:Grw.II.Tuffit mit erhaltener Schichtung.Über der klastischen hellen Lage nimmt die Größe der Calzitrhomboeder zu.

Die Verteilung der Volumenprozente auf die einzelnen Gerölltypen ist aus der Tabelle "mikroskopische Integration" und der zugehörigen Abbildung ersichtlich. Auch hier gelten die Einschränkungen, die bei der mikroskopischen Integration der Grauwacken getroffen wurde. (Abb. 39)

bb. Schliffbild Matrix

Die Grauwackenmatrix besteht im wesentlichen aus Quarzkörnern einheitlicher Korngrösse. Korngrössenschwankungen einzelner Proben liegen im Bereich 90-200u. (Mittelsand, Gerölle: Feinkies) Chlorit/Muskowit ist parallelschuppig oder in Lagen/Schmitzen zwischengeschaltet. Es kann hier nicht immer entschieden werden, ob Gerölle oder autochtoner Materialwechsel vorliegt: Gradierung wurde nur sehr selten angetroffen. Sie besteht in der Abfolge: Mittelsand mit Feinkies-Mittelsand-Mittelsand/Feinsand(oder Pelit) zusammen mit Erzanreicherungen.
Die Klassierung ist aus Tabelle 10 und Abb. 44 ersichtlich.
Der Gehalt an Kohlenstoff beträgt 0,17 Gew.%.

b. Anschliff:

Die eigentlichen Grauwacken bieten das Bild eines schnell und bezogen auf die Geröllgrösse, unsortiert geschütteten Sediments. (Abb. 36) Gerölle verschiedener Grösse liegen nebeneinander oder übereinander. Die Geröllgrössen überschreiten den Feinkies/Mittelkies-Bereich kaum. Die Matrix ist dagegen nach ihren Korngrössen gut sortiert. Eine gute Sortierung liegt auch in Bezug auf Feldspat vor, der gemessen an den Grauwacken I und III sehr selten ist.
Die Schichtung ist durch Geröllanhäufung bei den Grauwacken oder durch lagige Geröllquarzanreicherung bei den geröllärmeren Typen überliefert. Eine Gradierung der Korngrösse kann gelegentlich beobachtet werden. Die Abfolge ist: Blauquarz-Lage, 4-5mm Korngrösse, Blau-Quarzlage mit 1-2mm Korngrösse, tiefgrüne Lage frei von Geröllen, Wiederholung (Abb. 37) Die grüne Lage besteht u.d.M. aus Muskowit mit Erz, Chlorit ist selten.
Schrägschichtung liegt vornehmlich bei geröllärmeren Varietäten vor. (Abb. 38) Je nach Anschnitt äussert sich diese in einer Bänderung, die aber keine ältere Schiefrigkeit darstellt.
Ergebnisse der makroskopischen Integration siehe Abb. 39, Tab. 10.

3. TUFFITE DES GRAUWACKEN II NIVEAUS

Bei Bk. (8478/4060) im Gewann der "Hellen Glocke" wurde im Niveau der Grauwacken II tuffitisches Material und tuffitisch beeinflusste Quarzite angetroffen. Das Gestein hebt sich durch seine intensiv grüne Färbung und durch sein blockiges Verwittern von den Quarziten ab. Das Material gleicht den Tuffiten des pelitisch, psammitisch, karbonatischen Bereiches, ist hier jedoch wesentlich mächtiger. Tuffitisch beeinflusste Quarzite unterscheiden sich makroskopisch nur wenig von dem übrigen arenitischen Material. Ihre s-Flächen sind etwas dunkler getönt und neigen dazu, bei der Verwitterung gelbbraun anzulaufen. Sie zeigen zuweilen im Handstück ausgeprägte Feinschichtung.

a. Tuffe:

Die quarzarmen Varietäten fallen im Handstück durch eingesprengte Calcitrhomboeder auf. U.d.M. bestehen sie aus einem Wechsel von quarzfreien bzw. quarzarmen und quarzreicheren Lagen.

Chlorit, blassgrün, Polf. braungrün, bildet die Matrix. In chloritreicheren Partien erscheint er oft zopfartig verflochten. Pennin, 2E=0, opt.-, Polf. graugelb-entenblau. Biotit ist mit Tafeln und Leisten eine jüngere Bildung. Quarz bildet, verbunden mit abnehmendem Chloritgehalt, Lagen im Millimeterbereich. Die Korngrösse schwankt zwischen 60 und 70u und kann bis 300u ansteigen. Die Norm ist dabei der Feinsandbereich. Feldspat wurde in Siltlagen nicht beobachtet. Grössere Kristalle (70u), Zwillinge nach Periklin/Albit-Gesetz, Oligoklase, sind auf bestimmte Lagen beschränkt. Calcit ist im Dünnschliffbereich statistisch verteilt. Korngrösse zwischen 1-5mm, xenomorph bis hypidiomorph, meist verzwillingt. Einschlüsse opaker Substanz häufig. Calcit wird stellenweise von Chlorit pseudomorph verdrängt. Epidot/Zoisit ist auf die quarzreicheren und meist calcitfreien Varietäten beschränkt. Er ist lagig entwickelt und steht bei Anwesenheit von Calcit(selten) mit diesem im Zusammenhang. Form: xenomorph, einzelne Kristalle hypidiomorph. Zoisit zeigt Querbruch parallel 010. Hornblende, gelbgrün, nur reliktisch, meist vollständig chloritisiert, Chemismus optisch nicht bestimmbar. Muskowit, tafelig bis leistenförmig entwickelt. Rutil, in Körneln und Säulchen meist in Chlorit eingeschaltet. Akzessorien: Erz, oft piokilitisch, Quarzeinsprenglinge 5-10u.

Der ursprüngliche Mineralbestand ist durch die epizonale Metamorphose weitgehend umgebildet. Calcit dürfte bei der Umwandlung basischer Feldspäte bzw. bei der Zersetzung der Pyroxene und Hornblenden entstanden sein. Hornblende, Pleochroismus hellgrün/grün, zerfällt präkinematisch in Chlorit, dieser wird teilweise postkinematisch seinerseits von Muskowit verdrängt.

In dieses Stadium gehört auch die teilweise Chloritisierung des Calcits. Epidot bildet sich bei Si/Al-Angebot an Stelle des Calcits oder mit diesem zusammen. Es liess sich nicht entscheiden, ob die Epidotbildung regionalmetamorph bedingt ist oder ob sie auf einer statischen Metamorphose beruht. (Kontaktwirkung eines benachbarten Quarzporphyrganges WILLMANN 1924).

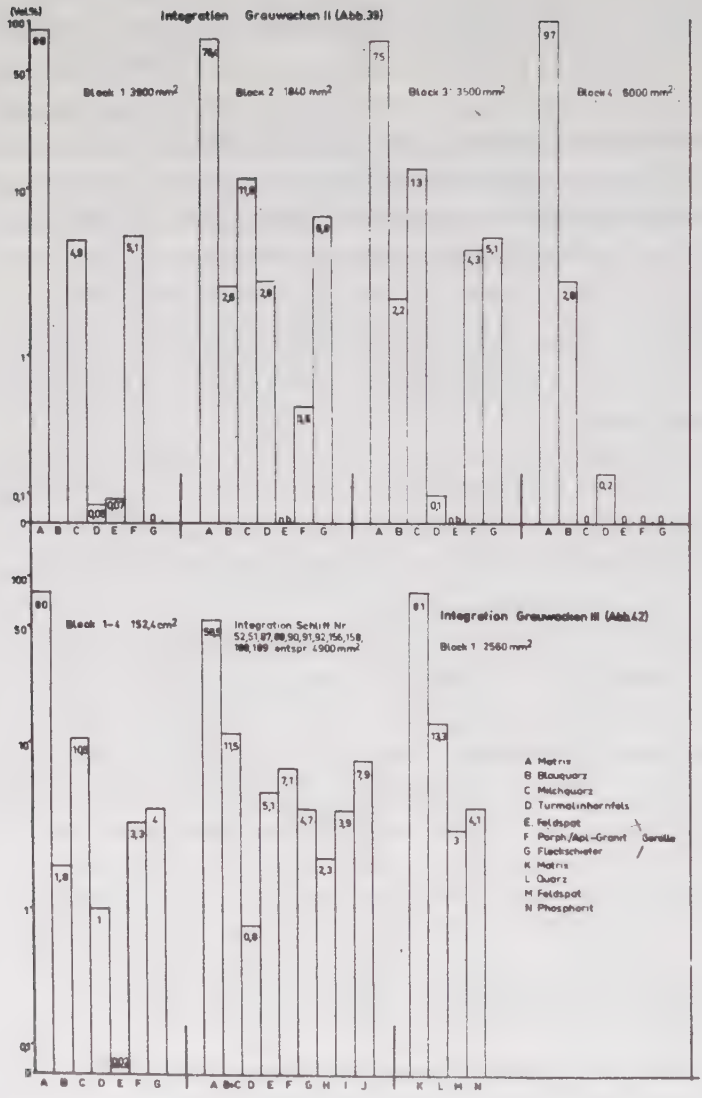


Abb.39:Integration Grauwacken II
Abb.42:Integration Grauwacken III

b. Tuffitisch beeinflusste Quarzite:

Sie entwickeln sich aus den quarzreichen, calcitarmen, epidotreichen Tuffiten. Epidot ist auf einzelne Lagen beschränkt, die meist höhere Chlorit/Erz-Gehalte aufweisen. Die Korngrössen von Quarz sind je nach 30 bis 60u oder sie schwanken um die 100u. Der Feinsandbereich wird nicht überschritten. Mit zunehmendem Quarzgehalt wird der Epidotgehalt reduziert und beschränkt sich auf seltene Schmitzen. Letztlich bleibt nur Chlorit und Ilmenit neben Quarz erhalten. Bei einzelnen Proben wird Feinschichtung deutlich, die auf Schwankungen des Quarz/Feldspatgehaltes einerseits und des Biotit/Chlorit-Gehaltes andererseits beruht.

Anschliff:

Die im nicht präparierten Handstück massig erscheinenden Tuffe zeigen im lakierten Anschliff ebenfalls Feinschichtung. Millimeter starke, quarzitische Lagen alternieren mit chloritischen Bereichen (mehrere cm mächtig), die ihrerseits wieder subparallele Schwankungen der Farbintensität aufweisen. Auffällig ist, dass Karbonatgehalt und Grösse der Calcitrhomboeder unmittelbar über sandigeren Bereichen stark ansteigen. (Abb.40)

Zusammenfassung:

Im Niveau der Grauwacken II sind Tuffite mit sandig, klastischem Anteil ausgebildet. Der tuffitische Einfluss kann in den hangendenund liegenden Quarziten nachgewiesen werden. Proportional zur "Entfernung" des eigentlichen Tuffhorizontes, nimmt der Calcit/Epidotgehalt ab, letztlich künden nur noch Erz/Chlorit-Lagen von tuffitischem Einfluss.

Der primäre Mineralbestand ist zum grössten Teil umgebildet.

Integrationen: (Vol.%)

Tuff:	M70/85/69	Quarzite:	M136	141	45 (Epidot-Tuffit)
Quarz	13,7		47,0	72,0	14,5
Feldspat	9,2		15,5	2,2	12,7
Calcit	30,0		-,-	-,-	3,8
Chlorit	38,0		32,0	20,0	40,0
Muskowit	7,4		-,-	1,0	1,1
Erz	1,8		-,-Titan.	3,4	15,8
Apatit	-,-		0,8Titan.	1,6	5,3
Rutil	-,-		4,7	-,-	7,2
	100,1 %		100,0 %	100,2 %	100,4 %
	5938 P		500 P	500 P	1920 P

Chemische Analyse siehe Tabelle 3, Abb. 11.

4. GRAUWACKEN III

Wie aus der Klassierung Abb. 44 hervorgeht, kann die Bezeichnung "Grauwacke" für diesen Horizont nur als Arbeitsbegriff verstanden werden. Es handelt sich um feldspatreiche Gesteine, bzw. Geröllquarzite, die abgesehen von Phosphoriten, kaum nennenswerte Fremdgesteinskomponenten aufweisen. Der Chloritgehalt ist verglichen mit dem Chloritgehalt der Grauwacken I und II gering. Die Grünfärbung z.B. des Vorkommens auf Blatt Ebnath liegt nur in der Lichtbrechung des Systems Muskowit/Apatit/Erz begründet.

Im stratigraphischen Niveau liegt das Material in einer Zone zwischen 50-200 Meter unterhalb des Frauenbachquarzites. Nach den Geländebeobachtungen sind diese Gesteine niveaubeständig, brauchen aber keine Horizontkonstanz aufzuweisen.

Der Geröllhorizont wurde bei gleichem Niveau auf Blatt Berneck bei (83--/44--) Hirschhorn, auf Blatt Weiden berg bei (8688/3560) und auf Blatt Ebnath bei (9812/2960) Kautzenhof bearbeitet. Dabei wurden auf Blatt Berneck und auf Blatt Ebnath die gleichen Typen angetroffen. (Phosphorithaltige Geröllarkosen und Geröllquarzite.) Auf Blatt Weidenberg sind nur schwach feldspatführende Geröllquarzite aufgefunden worden. Dies kann in den dortigen Aufschlussverhältnissen begründet liegen. Als Typusvorkommen möchte ich das Vorkommen vom Kautzenhof voranstellen.

a. Vorkommen Kautzenhof

Das Gestein wird von H. RASCHKA 1964 als Chlorit haltiger Geröllquarzit bzw. z.T. als Epiorthogneis beschrieben.

Bei der Neubearbeitung konnten zwei Typen festgestellt werden.

1. Phosphoritführende, feldspathaltige Gesteine mit reichlich Geröllquarz.
2. Feldspatarme Geröllquarzite, Einschaltungen in 1. bildend.

Typ 1. Die makroskopische Farbe ist tiefgrün. Geröllquarze (1-4mm) gestalten die s-Flächen höckrig. Rundliche Gerölle, wenige mm bis 2 cm, machen den sedimentären Charakter bereits im Handstück wahrscheinlich.

Dünnschliffbild:

a. Gerölle: Sie bestehen durchweg aus einer Quarz-Apatit-Serizit-Grundmasse. Unterschiede bestehen nur im Quarzgehalt und in der Quarzkorngrösse, die von 15-120u schwanken kann. Der Durchschnitt liegt bei 30u. Je nach Apatitgehalt bildet Apatit die Intergranulare oder die Matrix für die Quarzeinsprenglinge. Serizit ist schuppig oder in Schlieren eingelagert. Die Grenze der Gerölle zur Grauwackenmatrix ist scharf. (Abb.41c)

Die Farbe u.d.M. ist gelbgrün-farblos, makroskopisch sind die Gerölle grünlich grau.
Die Integration eines Gerölles ergab: (Vol.%)

Quarz	Feldspat	Serizit	Apatit	Summe	Messp.
21,6	0,1	11,7	65,6	100,0	189

In Tabelle 13 ist die Elementverteilung in ihrer Grössenordnung dargestellt.

b. Matrix: Die Grundmasse ist sehr eintönig. Quarz/Feldspat liegt als Hauptbestandteil mit 60-120u im Feinsandbereich, Geröllquarze (1-4mm) und Geröllfeldspat (200-500u) erreichen den Feinkies, bzw. den Mittelsandbereich. Die Form der Grossquarze ist rundlich. Die Feldspäte bestehen vorwiegend aus Albit/Oligoklas, Zwillinge sind nach dem Karlsbader/Albit-Gesetz ausgebildet. Neben gelegentlich auftretenden Schachbrettalbiten neigen die Plagioklase zur Serizitisierung oder sie zermörteln randlich in eine feinkörnige Feldspatmasse, Kalifeldspat ist nur reliktisch vorhanden.
Schichtung wird durch lagige Anreicherung von Geröllquarzen, Muskowit Serizit und durch Schwermineralagen angedeutet. (Schwerminerale: Rutil, Anatas, Erz und Zirkon.)

Typ 2. Geröllquarze 1-2mm, maximal 5mm, liegen in einer Quarz/Serizitgrundmasse, in der Korngrössen von 40u vorherrschen. Die Grossquarze werden häufig von Korrosionskanälen durchzogen, die mit völlig serizitisierter ehemaliger Feldspatmasse ausgefüllt sind. Die Kanäle enden an den Korngrenzen. Feldspat 450-900u steht meist in Zusammenhang mit Grossquarzen und dürfte ursprünglich mit diesen verwachsen gewesen sein. Sie sind sehr stark getrübt und randlich zermörtelt. Kalifeldspat ist vorwiegend auf die Grauwackenmatrix beschränkt (40u). Bei einem Schachbrettalbit lagen noch Kf.-Relikte vor.
Makroskopisch ist das Gestein weissgrau, die s-Flächen sind sehr rauh.

Anschliff:
Typ 1 macht im Anschliff einen nicht metamorphen Eindruck. (Abb.41a/b) Die Matrix erscheint intensiv dunkelgrün. Mit hoher Dichte liegen in ihr die gerundeten Grossquarze, die im Gegensatz zu denen der Grauwacken II gelb bis weiss getönt sind. Zusammen mit gelben bis grünen Phosphoritgeröllen wurden sie lagig angereichert. Kleine, gelbliche Flitter (0,5-1mm) bestehen aus zermörteltem und chloritisiertem, serizitisierten Feldspat. Eine makroskopische Integration wurde nur an einem Block durchgeführt, da an den anderen nicht immer zwischen Phosphoriten und serizitisierten Feldspatflittern unterschieden werden konnte.

Ergebnisse siehe Tab. 12 und Abb. 42

Bei Typ II sind nur Matrix und Grossquarze zu erkennen. Die Quarze sind gerundet.

b. Vorkommen Hirschhorn.

Der NE-SE streichende Horizont wird nach SW von der Bernecker Gneiskeil-Schwarzberg-Störung, nach NE durch eine Parallelstörung abgegrenzt. Es handelt sich um massige, gelbe bis weisse Quarzite und Geröllquarzite, die als Folge der benachbarten Störungstätigkeit stark verquarzt und z. T. hydrothermal beansprucht sind.

Typ I U.d.M. bietet er durch die Umwandlung bedingt nur noch eine entfernte Ähnlichkeit zum oben beschriebenen Typ I). Die Geröllquarze sind randlich völlig zerbrochen, verblieben ist ein meist 0,4-0,9cm grosser intakter Kern. Korrosionsschläuche sind gelegentlich erhalten. Die Geröllfeldspäte sind meist in ein sehr feinkörniges Körnelaggregat zerfallen oder sie unterlagen einer vollständigen Serizitisierung. Die Kornumrisse sind in beiden Fällen manchmal noch erhalten. Bei Exemplaren, die nur randlich zerfallen waren, konnte der Chemismus bestimmt werden. Es handelt sich vorzugsweise um Albit/Oligoklase verzwillingt nach Albit(Karlsbad)-Gesetz, seltener um Schachbrettalbite. Letztere neigen allerdings noch stärker zur Zermörtelung, so dass keine Rückschlüsse über den ehemaligen Kalifeldspatgehalt getroffen werden können.

Die makroskopisch sichtbaren Gerölle bestehen aus 20-100u grossen Quarzkörnern in einer Serizit/Limonit/Apatit-Grundmasse. Der Limonitgehalt dürfte auch auf die hydrothermale Tätigkeit zurückzuführen sein.

Typ II entspricht dem Typ II vom Kautzenhof und besteht im wesentlichen nur aus Geröllquarzen mit anhängenden Feldspäten, die meist völlig zersetzt sind.

Daneben tritt noch ein dichtes zwischen den beiden Typen stehendes Gestein auf. U.d.M. besteht es aus einer Quarzgrundmasse von 80-90u in die randlich zermörtelte Quarze von 500-600u eingeschaltet sind. Wie beim Typ Kautzenhof sind Flitter von zermörteltem und serizitisiertem Feldspat zwischengeschaltet.

Anschliff:

Im Anschliff ist das Gestein Typ I bis auf die durch die Umwandlungsvorgänge bedingte gelbe Farbtönung identisch mit dem Typ I vom Kautzenhof. Die Phosphoritgerölle sind eckig ausgebildet. (0,5-1cm i ac) Das grösste beobachtete Geröll mass 3,5 x 1 cm in ab. Geröllquarze 1-5mm sind in gleicher Weise ausgebildet wie bei Typ I Kautzenhof.

41a

Abb.41d:Präkinematisch angelegte Quarzkluft.(Grw.III)

20x,Nic.+ ,M 183

41b

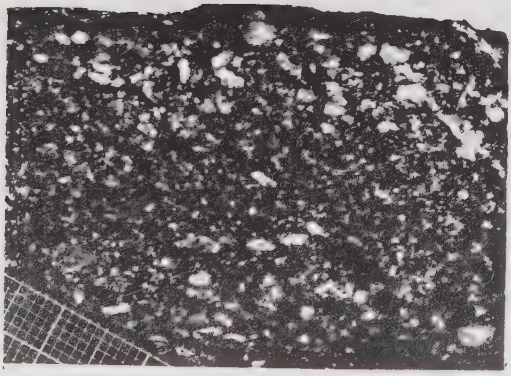


Abb.41a und b:Schichtung in Grauwacken III. Geröllquarzlagen mit Phosphorit-Geröllen

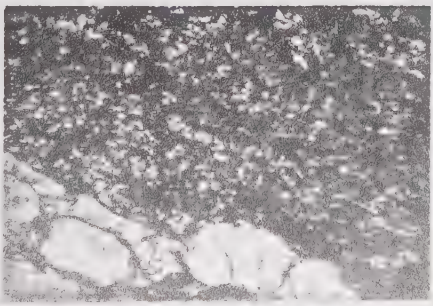


Abb.41c:Grw.III.Phosphorit-geröll.(Schliff,20x)Nic - M203

Von einer makroskopischen Integration musste abgesehen werden, da durch die Verfärbung nicht zwischen Phosphorit und serizitisierte Feldspatmasse unterschieden werden konnte.

c. Vorkommen Weidenberg.

Gröbere Quarzite im Bereich des Frauenbachquarzites und dessen Liegendem wurden 1965 von E. SEIDEL beschrieben. Die Quarzite eines Fundpunktes wurden neu untersucht. Die Gesteine sind auf den s-Flächen höckrig rauh und intensiv rot gefärbt.

Dünnschliffbild:

Nach dem Schliffbild ist das Gestein zum bisher beschriebenen Typ II zu stellen. Abweichend hiervon ist hoher Erzgehalt und das gelegentliche Auftreten von Schwermineralseifenlagen.

Die Matrix weist Korngrössen von 50-120u auf, wobei die Schwankungen der Korngrössen nicht statistisch, sondern lagig als Abbild der Sedimentation auftreten. Feldspäte (Albit) treten in der Grundmasse nur akzessorisch auf. Serizit/Muskowit ist parallelschuppig und lagig zu ss ausgebildet.

Die Geröllquarze schwanken in der Korngrösse lagig zwischen 200 und 2000u. Korrosionsschläuche sind in der gleichen Art entwickelt wie oben beschrieben, anhängender Albit wurde ebenfalls beobachtet.

Feldspat (400-500u) ist vorwiegend Albit/Oligoklas, verzwillingt nach Albit(Karlsbad/Periklin-Gesetz). Serizitisierung und Zermörtelung ist nicht soweit fortgeschritten wie bei den beiden anderen Vorkommen.

Kalifeldspat ist oft erstaunlich gut erhalten. Er liegt als Orthoklas (randlich Schachbrettalbitisierung) und als Mikroklin vor. Beide Zwillingsgesetze sind noch erhalten. Korngrösse des Kf. bei 100u.

Titanit/Ilmenit bildet zusammen mit Erz (Martit) Millimeter mächtige Seifenlagen.

Als Besonderheiten wurde ein Erz-Quarzit-Geröll 2,7 x 1,3 mm sowie zwei präkinematisch angelegte Quarzklüfte (Abb. 41d) in Dünnschliffen erfasst. Das Quarzit-Geröll ist feldspatfrei bei einer Quarzkorngrösse von 30-50u. Erz (30u) ist statistisch über das Geröll verteilt. Serizit folgt parallelschuppig dem allgemeinen s.

Bei den präkinematisch angelegten Klüften handelt es sich um 1-2 mm starke, leichtverformte Quarzbänder. Der Quarz ist "flammig" in s ausgelängt und zeigt undulöse Auslöschung.

Anschliff: Gradierung ist durch Korngrössenänderung der Geröllquarze und Schwankungen im Geröll-Feldspatgehalt ausgebildet. Grosse Quarzkorngrösse ist mit hohem Geröllfeldspatgehalt verbunden. Intensiv rot gefärbte Lagen oder Linsen (Martit) sind primär. (U.d.M. verbunden mit dem oben aufgeführten Schwermineralgehalt.) Die allgemeine Rotfärbung des Gesteins dürfte jedoch auf eine fossile Verwitterung zurückzuführen sein.

Von einer makroskopischen Integration wurde wegen der Geröllarmut abgesehen.

5. GERÖLLFORMEN, DEFORMATION, KORNGRÖSSENVERTEILUNG

Eine morphometrische Vermessung der einzelnen Geröllkomponenten ist bei dem Verformungsgrad des Materiales nicht sinnvoll. Über Zurundung und Auslängung einzelner Gerölltypen können beschränkt Aussagen gemacht werden.

Grauwacken I

Bei einem Quarzitfels-Geröll war im ac-Anschliff die ursprüngliche Form praktisch erhalten. Das Geröll ist kantengerundet mit einer Tendenz zur Kugeligkeit. Die Wahl eines Systems ist überflüssig, da der Rundungsgrad nicht errechnet werden kann. Sehr Widerstandsfähig gegen Streckung in s sind die Geröllquarze, bei Wahrung der äusseren Form (Dihexaeder) beträgt die Verzerrung in s L : B = 2 : 1
Geröllfeldspäte zeigen die geringste Verzerrung etwa L/B= 1,6. Quarzporphyrgerölle sind in B stark ausgezogen. Die Grundmasse fliesst dabei um Einsprenglinge herum. Ihr L/B liegt bei 4. L/B der Gneise liegt bei 2 (Messungen etwa 100 Gerölle, Richtung bc.)

Hier kann nichts über die ehemalige Geröllform gesagt werden. Es kann angenommen werden, dass schon primär eine höhere Zurundung vorlag, da Porphyroblasten und Porphyrmatrix meist getrennt vorliegen, die Aufarbeitung also bereits fortgeschritten war.

Abb. 25 gibt einen Überblick über die Kornverteilung.
Maximale Geröllgrössen: Gneis 25 x 6,0 mm
Porphyr 40 x 0,5 mm

Grauwacken II

Die grösste Widerstandsfähigkeit gegen die Verformung zeigen die Turmalinhornfelsgerölle. Die Grauwackenmatrix umfliesst die Gerölle bei der Verformung, deren Form nur unwesentlich geändert wurde. Abb. 43 zeigt die Querschnitte von 20 Turmalinhornfelsgeröllen. (Schnitte in ac und bc natürliche Grösse.) Es bestehen keinerlei Unterschiede zwischen ac- und bc-Schnitten. Sie zeigen mittlere Verrundung bis kantengerundet mit Tendenz zur Kugeligkeit. Ihr L/B dürfte mit 1,3 - 2,0 ursprünglich sein.
Die Blauquarze verhalten sich wie die Geröllquarze der Grauwacken I. L/B = liegt um 2.
Alle übrigen Komponenten sind stark ausgelängt.
Abb. 25 gibt einen Überblick über die Korngrössenverteilung des Quarzes.
Charakteristisch ist der bei allen Proben auftretende Wendepunkt. (Unterdrückung einer Fraktion.)

Grauwacken III

Die Geröllquarze sind gut gerundet und kaum ausgelängt. Ihr L/B liegt bei 1.
Die Phosphorite sind dagegen stärker ausgelängt. (Beobachtung bei bc-Schnitten.)

Korngrössenverteilung siehe Abb. 25.

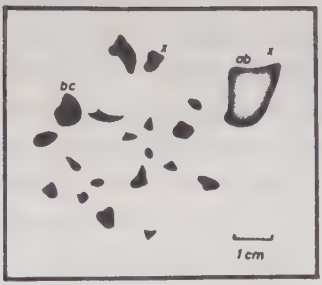
Die Gerölle konnten bei der mikroskopischen Korngrössenbestimmung nicht erfasst werden. (Deformierung, zu kleiner Bereich des Schliffes)

6. ZUSAMMENFASSUNG UND VERGLEICH

Im Sedimentationsverlauf der Serie im Liegenden des Frauenbachquarzites (Arzberger Serie) kommt es in drei stratigraphischen Niveaus zur Ablagerung von Grauwackenhorizonten.

1. Im Liegenden der Serie (Grauwacken I)
2. In ihrem mittleren Bereich. (Grauwacken II)
3. Im Hangenden der Serie. (Grauwacken III)

Die Horizonte I und II gleichen sich im Geröllinhalt, der aus Magmatiten (Porphyren, Porphyrgraniten, Aplitgraniten) und aus Material ihrer Kontaktaureolen zusammengesetzt ist. Bei Horizont I wiegen die Magmatite vor, ausserdem beteiligt sich bei Typ I Material, das möglicherweise Anzeichen einer präkonglomeratischen Regionalmetamorphose aufweist.
Horizont III besteht u.a. aus feldspatführenden Geröllquarziten, die reichlich Phosphoritknollen enthalten können.
Wie aus Abb. 44 ersichtlich ist, kommt nach der Klassifikation von KYRINE Horizont I ins Feld der feldspatreichen Grauwacken zu liegen. Horizont II reicht vom Feld der feldspatarmen Grauwacken bis zu den Orthoquarziten, Horizont III leitet von diesen über zu den Arkosen. Auffallend ist die Feldspatarmut des Grauwacken II-Horizontes, der hier Beziehungen zu den feldspatfreien Geröllquarziten im Liegenden zeigt. Möglicherweise ist dies auf besonders starke Aufarbeitung zurückzuführen. Diese ist bei allen Horizonten hoch. Zur Ablagerung kamen nur harte Kontaktfelse sowie die weitgehend zerlegten zugehörigen Magmatite. Die Phosphorite fallen aus diesem System heraus, sie sind vergleichsweise wenig transportiert und umgelagert.
Abb. 45 zeigt die Lage der einzelnen Grauwacken im System Quarz/Feldspat-Chlorit/Biotit und Muskowit. Die Grauwacken II sind extrem Chlorit reich, Die Grauwacken III extrem Muskowitreich. Es besteht dabei bei allen Horizonten die Tendenz zur Konstanz des Chlorit/Biotitgehaltes bei Änderung des Quarz/Muskowit-Gehaltes.



Querschnitte durch Turmalin-Hornfelsgerölle.

Falls nicht anders erwähnt, ac-Schnitte.

x aus Geröllquarziten.

Abb.43

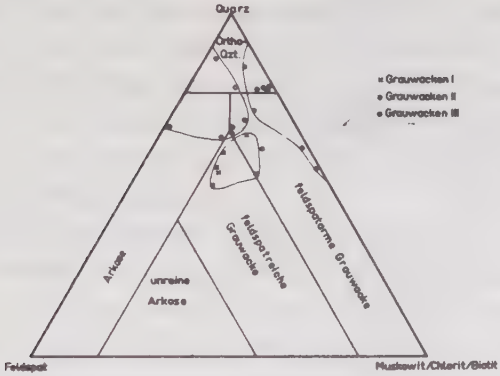


Abb.44:
Darstellung der Grauwacken im System Quarz, Feldspat, Glimmer, (+Chlorit).

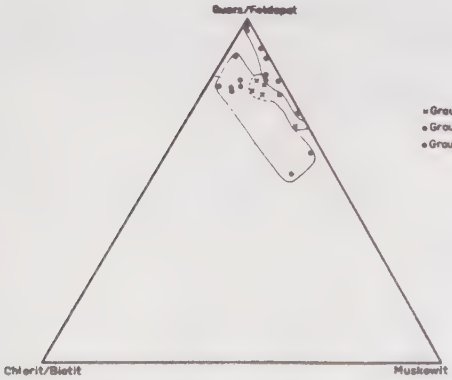
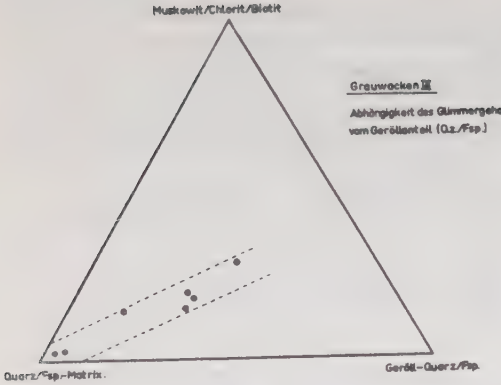


Abb.45:
Darstellung der Grauwacken im System Quarz/Feldspat, Chlorit/Biotit, Muskowit.



Grauwacken III

Abhängigkeit des Glimmergehalts vom Geröllanteil (Qz./Fsp.)

Abb.46

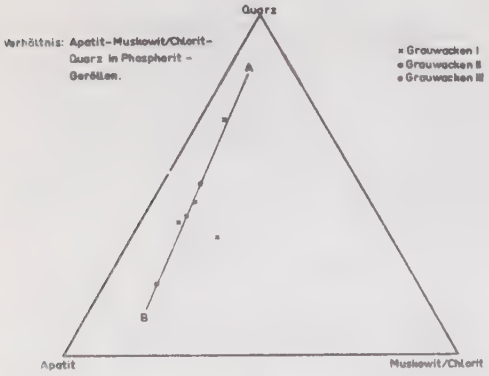


Abb.47

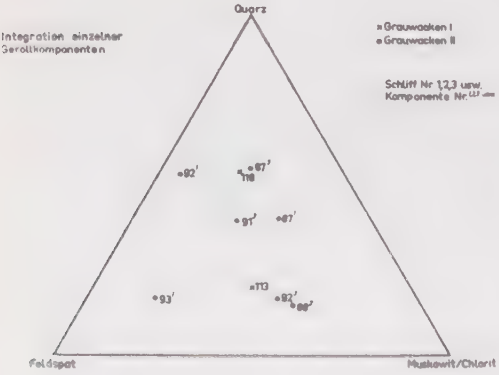


Abb.48

Abb. 46 zeigt, dass bei den Grauwacken III Muskowit- und Geröllquarzgehalt einander direkt proportional sind. Dies könnte allerdings auch durch serizitisierte Feldspäte vorgetäuscht werden.

Eine weitere Gesetzmässigkeit ergibt sich aus Abb. 47. Im System Quarz-Apatit-Muskowit/Chlorit verändert sich der Quarz/Apatitgehalt längs der Linie AB unter weitgehender Konstanz des Muskowitgehaltes. Dies unabhängig vom stratigraphischen Niveau. (Die Integrationswerte aus den Grw. I stellte mir liebenswürdigerweise H. RASCHKA aus der östlichen Phosphorit reicheren Fortsetzung dieses Horizontes zur Verfügung.)

Abb. 48 gibt die Darstellung einiger Geröllintegrationen im System Quarz-Feldspat-Muskowit/Chlorit wieder.

Nach Geröllinhalt und Zusammensetzung der Matrix ist zu schliessen, dass zwar alle Horizonte strandnahe- bzw. Schelfbildungen sind, das Sedimentationsmilieu war jedoch in allen Fällen anders, was sich im Feldspat-Muskowit/Chlorit-Gehalt und in der Variationsbreite der Gerölle wiederspiegelt. Über die Ursachen kann nichts gesagt werden. Schlüsse über die Art und Lage des Liefergebietes können nur sehr indirekt gegeben werden.

Zu zwei Zeitabschnitten waren nahe des Ablagerungsraumes Magmatite und ihre kontaktmetamorphen Begleitgesteine der Erosion zugänglich. Es kann nicht sicher entschieden werden, ob das Liefergebiet in beiden Fällen das gleiche war.

Bei den Grauwacken III muss granitisches Material angeschnitten gewesen sein. Die Phosphorite sprechen für Bildungsbedingungen in nicht sehr tiefem Wasser (30-300m). Ein längerer Transportweg ist unwahrscheinlich. Es kann daher angenommen werden, dass der Ablagerungsraum der Grauwacken III sich in entsprechenden Tiefen befunden hatte.

Tabelle 10

Mikroskopische Integration der Grauwacken I
Aus Nr. 106, 105, 107, 109 (Vol.%)

Matrix	67,0
Geröll Qz.	18,0
Geröll Fsp.	2,2
Felsitporph.	0,14
Porphyr	11,5
Porphyr ges.	11,64
Gneis	0,75
Nicht best.	0,0
Summe	99,6
mm^2	1580

Mikroskopische Integration der Grauwacken II
Aus Nr. 87, 88, 89, 91, 92, 93 (Vol.%)

Matrix		56,5
Geröll Qz.		11,5
Geröll Fsp.		5,1
Porph.Gran.u.Apl.Gran.		7,1
Fleckschiefer		4,7
Turm.Hornf.		0,8
Quarzit		2,3
Apatitqzt.		3,9
Seriz.Matrix mit Qz./Fsp.	Grw.	6,5
Chlor.Matrix mit Qz./Fsp.		1,4
Nicht best.		0,0
Summe		99,8
mm^2	2300	

Makroskopische Integration Grw.I (Komponenten 0,6 mm) (Vol.%)

Block Nr.	11	12	13	14	15	16	Ges.
Matrix	80,0	70,0	75,0	81,0	51,0	43,0	67,0
G-Quarz	13,0	16,0	17,8	12,0	17,8	27,0	17,2
G-Fsp.	5,5	8,0	2,4	6,0	6,5	18,8	8,1
Porphyr	0,1	4,0	4,6	0,4	25,0	11,7	7,6
Gneis	0,02	0,2	0,1	0,1	-,-	0,07	0,1
N.b.	1,1	1,3	-,-	-,-	-,-	0,8	0,4
Summe	99,8	99,5	99,9	99,5	100,3	101,3	100,4
mm^2	3300	3150	2400	1800	1200	3000	148,5 cm^2

Makroskopische Integration Grw.II (Komponenten 0,6 mm) (Vol.%)

Block Nr.	11	12	13	14	Ges.
Matrix	88,0	76,4	75,0	97,0	80,0
Blau Qz.	1,6	2,6	2,2	2,8	1,8
Milch Qz.	4,9	11,6	13,0	-,-	10,5
Geröll Fsp.	0,07	n.b.	n.b.	n.b.	0,02
Porph.Gr.	5,1	0,6	4,3	-,-	3,3
Fleckschfr.	-,-	6,8	5,1	-,-	4,0
Turm.Hornf.	0,06	2,8	0,1	0,2	1,0
Summe	99,7	100,3	99,7	100,0	100,6
mm^2	3900	1840	3500	6000	152,40 cm^2

Tabelle 11

Integration der Matrix, Grauwacken I (Vol.%)

Nr.	120	124	118	109	108	99
Quarz	50,0	53,0	54,0	69,0	52,0	61,9
Feldsp.	28,0	16,4	25,0	22,0	25,0	12,4
Muskow.	14,5	27,0	11,4	12,5	14,7	18,5
Biotit	6,4	2,8	8,0	6,2	4,8	2,0
Zirkon	0,7	n.b.	n.b.	n.b.	0,3	2,0
Opak	0,3	0,2	0,8	1,0	-,-	0,6
Turmalin	-,-	0,2	-,-	-,-	2,9	1,0
Summe (jeweils 500 MP)	v 99,9	99,6	99,2	100,9	99,7	100,0 (incl. 1,6% Qz/ Fsp-Bruchst.)

Integration der Matrix, Grauwacken II (Ger.Qz. 0,6 mm) (Vol.%)

Nr.	87	88	89	91	92	93	94	95
Quarz	54,0	58,0	59,5	58,0	62,5	72,0	47,0	57,0
Ger.Qz.	25,0	24,0	16,8	25,8	25,1	7,3	6,1	3,7
Feldspat	2,8	1,8	6,8	1,2	3,3	0,9	0,4	1,5
Muskowit	5,0	5,6	4,4	4,7	2,0	2,6	29,3	34,0
Chlorit/B.	6,8	8,6	12,7	10,5	6,1	15,8	9,0	1,1
Zirkon	2,0	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-
Rutil	-,-	-,-	0,2	-,-	-,-	0,5	0,7	2,9
Turmalin	1,0	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-
Apatit	-,-	-,-	-,-	-,-	0,6	-,-	-,-	0,4
Opak	4,5	2,2	-,-	-,-	0,6	0,5	7,2	0,4
Summe (jeweils 500 MP)	100,1	100,4	100,2	100,2	100,0	99,6	99,7	100,0

Integration Grauwacken III (Vol.%)

Nr.	175 174	177	204	206 207 208 212	182	181	183 184 185
Quarz	81,0	63,0	31,0	30,8	54,3	44,5	54,0
Quarz 0,6	3,5	2,0	25,0	23,4	27,0	24,6	11,5
Feldsp.	10,0	30,0	11,8	14,7	6,1	1,5	13,0
Feldsp. 0,6	-,-	-,-	0,9	1,4	0,3	0,3	2,3
Kalifsp.	-,-	-,-	0,7	0,8	1,1	8,0	0,1
Muskowit	1,6	0,3	11,9	10,9	9,0	17,0	14,0
Chlorit	1,3	0,8	3,1	2,5	-,-	-,-	-,-
Phosph.	2,5	3,0	14,0	14,0	-,-	-,-	0,7
Erz	0,3	0,2	2,0	1,3	1,2	2,8	3,0
Zirkon	-,-	-,-	-,-	-,-	0,5	0,2	0,1
Summe	100,2	99,3	100,3	99,8	99,5	99,9	98,7
	(Hirschhorn)		(Kautzenhof)		(Weidenberg)		
	925 MP	592 MP	646 MP	1411 MP	801 MP	593 MP	688 MP

Nr.	210 (Kautzenhof)	206 (Phosphoritgeröll)
Quarz	26,0	21,6
Quarz 0,6	32,8	-,-
Fsp.	6,9	0,1
Fsp. 0,6	2,8	-,-
Kf.	0,6	-,-
Musk.	27,0	6,4
Chlor.	-,-	5,3
Erz	3,6	-,-
Apatit	0,2	65,6
	1190 MP	189 MP

Tabelle 12

Integration einzelner Geröllkomponenten aus Grw. I und II (Vol.%)

Schliff Nr., Komponente.	113	118	87K1	K2	K3	K5	88K2	K3
Quarz	20,0	54,0	38,0	41,5	55,0	26,8	15,0	51,0
Fsp.	39,0	25,0	22,4	0,6	23,0	-,-	32,0	0,9
Musk.	39,0	11,4	36,0	4,1	-,-	-,-	52,0	4,0
Chlorit	-,-	8,0	-,-	5,9	21,4	-,-	-,-	3,7
Zirkon	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-
Apatit	-,-	-,-	1,2	48,0	-,-	-,-	0,8	39,0
Rutil/Anat.	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-
Turmalin	-,-	-,-	1,1	-,-	-,-	73,0	-,-	-,-
Opak	1,7	0,8	1,6	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-
Summe	99,7	99,2	100,3	100,3	99,4	99,8	99,8	98,6
Messp.	59	63	648	319	210	250	200	221
	Grw. I		Grauwacken II					

Schliff Nr., Komponente.	92K1	K3	91K2	93K1
Quarz	53,0	16,5	39,0	17,0
Fsp.	42,0	36,0	33,6	-,-
Musk.	5,0	47,0	25,8	-,-
Chlorit	-,-	-,-	-,-	83,0
Opak	-,-	0,5	1,7	-,-
Summe	100,0	100,0	100,1	100,0
Messp.	110	243	200	57
		Grauwacken II		

Makroskopische Integration Grauwacken III (Kautzenhof) (Vol.%)
Werte mit Fehler behaftet. Komponenten makroskopisch schlecht erfassbar.

Matrix	81,0	
G-Quarz	13,3	
G. Fsp.	3,0	2560 mm^2
Phosph.	4,1	
	101,4	

Korngrössenverteilung von Quarz: Grauwacken I, II und III

	0,045-0,2	0,2-0,6	0,6-2,0	2,0-6,0	Summe	Körner
Grw. I						
Nr. 111	75,0	16,7	6,1	1,9	99,7	575
114						
Grw. II						
44b	88,0	9,0	1,8	0,9	99,7	670
91	84,0	11,0	2,0	2,0	99,8	431
92	79,0	15,6	2,9	2,9	100,4	281
Grw. III						
207	73,0	18,3	7,6	0,9	99,8	224
210	84,0	8,0	6,5	1,2	99,7	324
206	87,0	7,6	4,1	1,1	99,8	465
Kautzenh.						
181	95,0	2,4	2,6	0,6	100,6	463
183	87,5	10,2	2,5	-,-	100,2	560
185	90,0	9,7	-,-	-,-	99,7	320
Weidenbg.						

Tabelle 13

Elementverteilung in Phosphoriten der Grauwacken III

Probe 1/ Vorkommen Kautzenhof
Probe 2/ Phosphoritknolle Typ Hirschhorn. (Stark zersetzt.)

(Angaben in Gew.%. Nachweisgrenze 1/10000) Analytiker:PRASHNOWSKY

	(1)	(2)
Si	10 - 100	10 - 100
Al	1 - 10	1 - 10
Ca	1 - 10	0,01 - 0,1
Mg	0,1 - 1	0,1 - 1
Na	0,01 - 0,1	1 - 10
K	-	-
Sr	0,01 - 0,1	0,001 - 0,01
Ba	0,01 - 0,1	0,001 - 0,01
Fe	0,1 - 1	0,1 - 1
Mn	0,01 - 0,1	0,01 - 0,1
Ti	0,01 - 0,1	0,1 - 1
Cu	Sp.	Sp.
Ni	-	Sp.
Cr	-	0,001 - 0,01
V	Sp.	0,001 - 0,01
Zr	0,01 - 0,1	0,001 - 0,01
B	-	-
P	1 - 10	-
La	-	-
Ce	-	-
Pr	-	-
Nd	-	-
Gd	-	-
Dy	-	-
Y	0,01 - 0,1	-
Yb	-	-
Ga	-	-

I.

Frauenbachquarzit Probe 12b

Zirkon (ss)

Vorwiegend farblos, klar. Einschlüsse nadelig/schuppig, älterer Kern häufig. Form hypidiomorph bis idiomorph, rund seltener.

Turmalin (s)

X gelb, Y grünlich/Braun, einzelne Bezirke rot/grün. Einschlüsse blasig und scheibenartig. Form Bruchstücke und rundlich. Korngrösse ca.60u. Kein Zonarbau.

Rutil (s)

Gelbe Körner meist gerundet. Bei klaren Kristallen Sagenitvergitterung. Korngrösse ca.40u.

Granat (s)

Sehr selten, rosee, nur als Bruchstücke.

Erz (s)

Magnetit, rundlich und würfelig, Verwachsungen nicht erkennbar. Eisenglanz sekundär aus Magnetit (x-s)

Muskowitquarzit Probe 13/20

Zirkon (ss)

Farblos, klar bis trüb, seltener purpurgelb und braun. Einschlüsse körnelig, Schläuche. Rötliche Kristalle meist rundlich, sonst länglich und hypidiomorph.

Turmalin

Nicht beobachtet.

Rutil (s)

Durchscheinend bis opak (dunkelbraun). Im Auflicht honiggelb. 60-80u.

Erz (s-x)

Eisenglanz, skelettär, randlich rubinrot durchscheinend. Sowie Titaneisen, in Rutilaggregate übergehend.

Zirkon/Granatquarzit 3a/16

Zirkon (ss)

Farbe weisslich trüb, seltener honiggelb und braun, bzw. purpur-roseé/rundlich bis stark gerundet, insbesondere die gefärbten Exemplare. Einschlüsse nur an wenig gerundeten, klareren Kristallen zu beobachten: Blasen, Schläuche und Nadeln.

Turmalin (s-x)

Selten. X grünlichbraun/Y schwarz. Einzelne Bezirke tintenblau (Relikte?)

Rutil (x)

Selten, braunrot.

Titanit (xx)

Idiomorph, klar, weiss-grünlich.

Granat (xx)

Reichlich, idiomorph, roseé.

Hornblende (xx)

Stark zersetzt, Erzabscheidungen, Spaltbarkeit noch erkennbar.

Erz

Ilmenit, leukoxenisiert.

D. SCHWERMINERALE / ZIRKONSTATISTIK

Als Ergänzung zur mikroskopischen Dünnschliffuntersuchung wurde der Schwermineralgehalt einzelner, typischer Horizonte untersucht. Da in der Epizone bei den Mineralen Granat, Turmalin, den Titanmineralen als auch bei den Erzmineralen keine sichere Autochtonie in bezug auf das ursprüngliche Sediment vorausgesetzt werden kann, wurden nur die Zirkone nach Längen/Breiten-Verhältnis, Rundung und Färbung quantitativ untersucht. Es sollte dabei durch Zirkonstatistische Untersuchungen ermittelt werden, inwieweit sich der sedimentäre Charakter von "Epiorthomaterial" nachweisen lässt. (SCHÜTZEL/KUTSCHKE/WILDNER 1963, POLDERVAART 1956 u.a.) Als Vergleichsbasis dienten sichere, z.T. zueinander ähnliche Sedimentite.

Methodisch ergab sich die Schwierigkeit, dass bei phyllitischem Material bzw. bei glimmerreichen Arkosen und Grauwacken die Zirkone z.T. intensiv mit den Glimmern und Chloriten verwachsen waren und weder mechanisch noch chemisch vollständig von diesen getrennt werden konnten. Bei der Schweretrennung ergaben sich hier ziemliche Verluste, die bei der zur Verfügung stehenden Zeit nicht ausgeglichen werden konnten. Einige Proben weichen daher von der statistischen Minimalstückzahl 200 erheblich ab. Untersuchungen ergaben jedoch, dass ausgeprägte Peaks in den Elongations- und Längenkurven hiervon nicht wesentlich berührt werden. Kleine Amplituden können jedoch,besonders bei Stückzahlen unter 100, mit Fehlern behaftet sein.

Von der Untersuchung phyllitischen Materiales musste aus den oben genannten Gründen abgesehen werden.

Untersucht wurden:

I. Frauenbachquarzit-Muskowitquarzit-Zirkon/Granatquarzit als megaskopisch ähnliche Typen.

II. Grauwacken I, II und III
Geröllquarzite und Quarzite, bzw. Arkosen in derem Liegenden.

III. Kalkarkosen aus dem Kalk/Kalksilikat III-Niveau

Qualitativer Teil:

Kürzel:
- x wahrscheinliche epizonale Neubildung
- xx epizonale Neubildung
- s wahrscheinlich sedimentär
- ss sedimentär.

Zusammenfassung: Die makroskopisch gleichen Quarzittypen unterscheiden sich in Bestand und Ausbildung der Schwerminerale. Zirkoneinschlüsse sind bei der Frauenbachquarzit-Probe arm am blasigen Typ, die Kristalle meist klar. Die zwei anderen Quarzite besitzen mehr getrübte Kristalle, der Blasen-Einschluss herrscht vor. Der Muskowitquarzit ist arm an Turmalin. Als Erz ist Hämatit entwickelt, während im Frauenbachquarzit der Magnetit vorherrscht. Dieser Unterschied kann jedoch auch auf spätere Umwandlungen zurückzuführen sein.

II.

Grauwacken I

Probe Nr. 1 (Normaltyp)

Zirkon (ss)

Überwiegend farblos, trüb, vereinzelt roseé. Form: gerundet, kurzprismatisch und hypidiomorph, meist mit Bruchstücken. Einschlüsse Nadeln und Körner.

Turmalin

Nicht beobachtet.

Rutil

Gelbbraun, Auflicht honiggelb, trüb, jedoch weniger als aus vorigen Proben.

Erz

Hypidiomorpher Ilmenit, Aggregate bildend, verwachsen mit Titanit, Rutil und Magnetit (isotrope Stellen im Auflicht). Korngrösse 150/100u.

Probe Nr.2 (Typ Brand)

Schwermineralbestand identisch mit 1.

Turmalin (x-s)

X grün, Y schwarz, stets Einschlüsse n n Turmalin und opake Substanz.

Probe Nr.5 (Quarzite der Wechsellagerung)

Zirkon

Wie bei Probe 1 und 2.

Turmalin (s)

X farblos, Y ockergrün 100-150u, selten.

Erz (x)

Wie 1 und 2, jedoch mehr Rutil.

Grauwacken II

Probe Nr.19 (Geröll führendes Material)

Zirkon (ss)

Meist gerundet, farblos, selten roseé, Oberfläche granuliert. Einschlüsse Nadeln/Blasen.

Turmalin (s)

X/Y hellgelb/ocker oder gelb/braunoliv, stets Einschlüsse und vorwiegend als Bruchstücke vorkommend.

Erz

Titaneisen, verwachsen mit Rutil.

Probe Nr.8 (Nur Geröllquarz führender Quarzit)

Anatas (s)

blau, als Bruchstücke.

Epidot

als Bruchstücke, selten.

Sonst wie Probe Nr.19

Grauwacken III

Probe Nr. 9 (Typ Kautzenhof)

Zirkon

Sehr häufig, Anteil der gefärbten Kristalle hoch, Purpurzirkone stark verbreitet. Einschlüsse: Schläuche Nadeln/Körner.

Turmalin

Nicht beobachtet

Brookit

Korngrösse ca. 50u, umrandet von Rutil, selten.

Erz

Leukoxenisierter Ilmenit

Probe Nr. 21 (Feldspath. Geröllquarzit Kautzenhof)

Zirkon

Selten, hypidiomorph, farblos

Rutil

Aggregatförmig, im Auflicht honiggelb.

Brookit

Selten, idiomorph.

Probe Nr. 10 (Typ Weidenberg)

Zirkon (ss)

Selten, farblos, trüb.

Rutil (ss)

Sehr häufig, derb körnelig, im Durchlicht opak, im Auflicht honiggelb-rötlich. 100-200u.

Titanit (x-s)

Selten, tiefgelb, Spaltbarkeit gut, 200u.

Probe Nr. 11 (Typ Hirschhorn)

Zirkon (ss)

Länglich, gerundete Kanten, roseé, purpur und gelbe Kristalle häufig.

Rutil (ss)

Wie bei Probe 10 aber hier verwachsen mit Anatas.

Anatas

Häufig, z. T. idiomorph, zonare Blaufärbung. 100u

Titanit

Selten, rötlich, Spaltbarkeit gut 150u.

Brookit

Verwachsen mit Rutil.

Probe Nr. 23 Quarzit mit vereinzelten Quarzgeröllen. Hirschhorn.

Zirkon (ss)

Länglich mit gerundeten Kanten und gerundet. Roseé und purpur Anteil hoch. Einschlüsse: Nadeln/Körner.

Rutil (s)

In Aggregatform, wie oben.

Geröllquarzite/Arkosen

Probe Nr. 3 Geröllhaltiger Muskowitquarzit

Zirkon (xx)

Meist Bruchstücke, farblos, trüb, Einschlüsse Schlieren/Schnüre.

Turmalin (s)

X hellgrün, Y olivgrün, 100u.

Rutil

Zusammen mit skelletärem Erz in Aggregatform.

Probe Nr.4 reichlich Turmalin-Hornfelsgerölle

Zirkon

Hypidiomorph, farblos, trüb, Einschlüsse: Nadeln/Schläuche.

Turmalin

X/Y gelb(ocker)-olivgrün(schwarz)

Brookit

Selten, 10u

Erz

Verwachsungen von Ilmenit mit Titanit und Rutil. (Leukoxen)

Probe Nr.5 Chloritreicher Geröllquarzit.

Zirkon (ss)

Meist Bruchstücke, farblos-gelblich, trüb, wenige Purpurzirkone stark gerundet.

Turmalin (s-x)

X/Y farblos-blaugrün, selten.

Erz

Wie Probe 4, Rutil hier häufig Kniezwillinge.

Probe Nr.6 chloritarmer Geröllquarzit.

Zirkon (ss)

Etwas klarer als bei Nr.5. Flächen gut entwickelt, jedoch trübe Exemplare ebenfalls vorhanden. Purpurzirkone sehr selten.

Anatas

Stark getrübt, zonar intensive Blaufärbung. Grösse 300u.

Brookit

150u selten

Turmalin (s-x)

X/Y gelb-grün, selten, Bruchstücke.

Probe Nr. 7 Typ Süd.

Zirkon (ss)

Farblos, getrübt, rissig, selten, ganz selten Purpurzirkone.

Rutil

Rotbraun bis gelb. Häufig Kniezwillinge.

Anatas

Zonare Blaufärbung. Gute Spaltbarkeit, z.T. paramorph nach Rutil

Probe Nr.14 Grüner Quarzit im Liegenden von Typ Süd.

Zirkon

Farblos, meist klar. Einschlüsse säulig, nadelig und blasig.

Turmalin

X/Y roseé-schwarz

Erz

Ilmenit und Magnetit zusammen mit Rutil. Sehr reichlich.

Probe Nr.12 Arkose Liegendes vom Höllfels

Zirkon

Selten, rosé, getrübt, Kanten angerundet.

Anatas

Häufig, bläulich 100u.

Erz

Rutil, Auflicht gelb, zusammen mit Titanit.

QUANTITATIVER TEIL

Untersucht wurden 2280 Zirkone bei 200facher linearer Vergrösserung (Obj. 20x/OK, 10x). Nach der von H. SCHÜTZEL, D. KUTSCHKE und G. WILDNER(1963) beschriebenen Methode, die auf BACKSTRÖM & PDLTERVAART (1949/1955) basiert, ist das Verhältnis Länge : Breite (Elongation) und die Rundung bestimmt worden. Weiter wurde die Färbung der Kristalle notiert. Vereinzelt vorkommende, anomal tafelig entwickelte Exemplare (X-Zirkone V. LUDWIG 1966) wurden ebenfalls vermerkt.
Nach den oben genannten Autoren ist das Elongations-Häufigkeits-Maximum bei Magmatiten > 2, bei Sedimentiten dagegen < 2. Der Integralkoeffizient (Verhältnis der Fläche A zur Fläche B der Abb.) ist bei Sedimenten grösser 1. Unter dem Rundungsindex a wird das Gesamtverhältnis der gerundeten und gut gerundeten Zirkone zu den idiomorphen Zirkonen verstanden. Der Rundungsindex b gibt das Verhältnis der gut gerundeten zu den idiomorphen Zirkonen an. Es soll sein:

Rundungsindex a 5 - orthogen
Rundungsindex b 1 - orthogen

Abb. 49 zeigt die Längen/Elongationskurven sowie die Rundungsindices und Integralkoeffizienten der wichtigsten Quarzit-Grauwacken- und Arkosen Horizonte. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle 14/15 zusammengestellt.

Ergebnisse:

Die meisten Horizonte weisen bei der Zirkonlänge ein Maximum um 80u auf. (Nr. 1, 6, 16, 13, 11, 12, 19, 68). Grauwacken und Arkosen zeigen die Tendenz, das Maximum nach grösseren Längen bzw. geringeren Breiten zu verschieben, was durch einen höheren Prozentsatz an "frischeren" Zirkonen aus orthogenem Geröllbestand zu erklären ist.

Beispiele: Proben der Grauwacken I und III (Nr. 1/11) sowie der Arkosen im liegenden der Geröllquarzite (Nr. 12) streuen stark nach 110u. Die Proben 10, 21, 23 haben ihr Längenmaximum zu höheren linearen Werten verschoben, dabei zeigt Nr. 23 ein zweites Längenmaximum bei 180u. Nr. 21 streut um 150u symetrisch nach den niedrigeren und höheren Werten. Diese Verschiebungen bewirken niedrige Integralkoeffizienten, zumal bei diesen Proben im allgemeinen grosse Längen- mit niedrigen Breitenwerten zusammentreffen. Die Elongationskurven zeigen dadurch bedingt ein flaches Auslaufen zu den hohen Werten, verknüpft mit einem nochmaligen Anstieg zwischen den Elongationswerten 3, 5 und 4,1.

Mit Ausnahmen der Proben aus dem Grauwacken III Niveau (Lok. Hirschhorn und Kautzenhof 11, 23, 9) zeigen alle Grauwacken und Arkosen Integralkoeffizienten < 1, wären somit orthogener Natur, während die Elongationsmaxima alle < 2 sind mit Ausnahme von Probe 21 E = 2 und auf paragenen Charakter hindeuten.
Zirkon/Granat-Quarzit und Muskowitquarzit besitzen ungefähr die gleiche Elongationtshäufigkeiten. Der Frauenbachquarzit zeigt einen abweichenden Kurvenverlauf.
Der Rundungsindex R_a erwies sich als unbrauchbar. Es ergaben sich für alle Proben zu niedrige Werte. Brauchbarer Werte lieferte der Rundungsindex R_b, der bei Arkosen und Grauwacken nur geringfügig unter dem Grenzwert 1 lag. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass beim Index R_a (Gerundet u. schwach gerundet/ idiomorph) der Begriff schwach gerundet nicht streng definierbar ist und dass bei verschiedenen Beobachtern wahrscheinlich hier die Prozentanteile auch nicht reproduzierbar sind.

In Abb. 50 ist die prozentuale Häufigkeit der der drei Grössen -, + , ++ dargestellt. Selbst bei Arkosen mit hohem - Anteil sind hohe + Werte zu verzeichnen. Bei Probe 11 sind die Extreme - und ++ etwa gleich stark vertreten, was unter Berücksichtigung des oben getroffenen Einwandes noch am aufschlussreichsten sein dürfte.
In Abb. 51 sind die Färbungskennlinien mit der Abszisse/ Farbskala und der Ordinate: Häufigkeit (%) dargestellt.
Zirkon/Granat- und Muskowitquarzit zeigen ähnliche Farbkurven: Minimum bei gelb und Maximum bei braun. Abgesehen vom Kurvenverlauf zeigt auch der Frauenbachquarzit diese Extremwerte.
Die beiden vergleichbaren, Phosphorit führenden Grauwacken II von Hirschhorn und Kautzenhof besitzen ähnlichen Kurvenverlauf. Bei sehr hohem Farbanteil weisen sie ein Maximum bei gelb und ein Minimum bei braun auf. Grössere Abweichungen sind nur beim Malakongehalt festzustellen.
Grauwacken II (19) und Kalkarkosen (17) unterscheiden sich wesentlich nur in den Braunwerten. Nr. 6 und 23 verarmen in der Farbskala.

Zusammenfassung:

Bei der Aufbereitung des Probenmateriales entstehen bei höherem phyllitischen Anteil starke Schwierigkeiten, die in dem intensiven Verfilzen der Schwerminerale mit den Schichtsilikaten begründet liegen.

Unterscheidung, und Parallelisierung nach dem Schwermineralgehalt ist nicht eindeutig möglich, da der Bestand auf mehrere Horizonte durchhält. Generalisierend kann gesagt werden, dass bräunliche und stark getrübte Zirkone im unteren Teil des Profiles vorherrschen. Im Hangenden der Grauwacken II steigt mit den Kalkarkosen der Anteil der gefärbten Zirkone stark an, um in den Grauwacken III maximale Werte zu erreichen. Rosa, purpur und gelbe Varietäten übertreffen die bräunlichen Typen.

Rutil in Aggregatform tritt im Liegenden des Frauenbachquarzites und in diesem selbst gehäuft auf.

Auffällig ist die Turmalinarmut des Muskowitquarzites. Quarzite aus dem entsprechenden Niveau auf Blatt Ebnath sind nach H. RASCHKA 1966 ebenfalls turmalinfrei.

Maximale Schwermineralausbeute ist nicht in groben sondern in mittel- bis feinkörnigem Material anzutreffen.

Mit der Zirkonstatistik lässt sich nur der mittelbare orthogene Charakter nachweisen. Es geht nicht daraus hervor, ob das Material unmittelbar orthogen ist oder aber ob orthogenes Material bei geringeren Transportwegen umgelagert, bzw. aufgearbeitet worden ist.

Beim Rundungsgrad R_a ist Objektivität meines Erachtens nur in bestimmten Grenzen möglich, die Werte sind also mit einem "subjektiven" Fehler behaftet.

Am brauchbarsten an dieser Methode erscheint mir das Elongationsmaximum, das bei allen Proben die richtigen Werte indizierte. Der Integralkoeffizient zeigt zu hohe Empfindlichkeit gegenüber frisch aufbereitetem orthogenem Altbestand des Sediments. Die Methode sollte daher nicht überbewertet werden. Sedimentäre Strukturen sind immer noch das sicherste Mittel zur Kategorisierung eines Gesteins. Fehlen diese, ist die oben genannte Methode ein Hilfsmittel, das im Bereich der Arkosen und Grauwacken keine eindeutigen Ergebnisse liefert, obwohl diese bei metamorphen Arkosen und Grauwacken zuweilen gerade nötig wären .

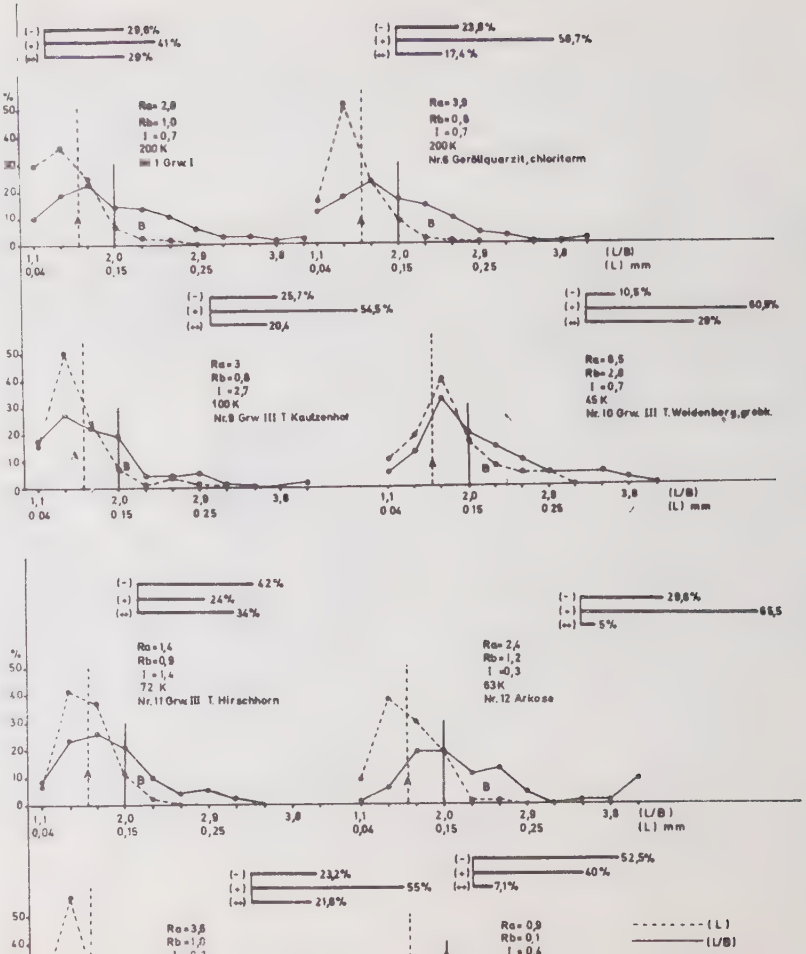
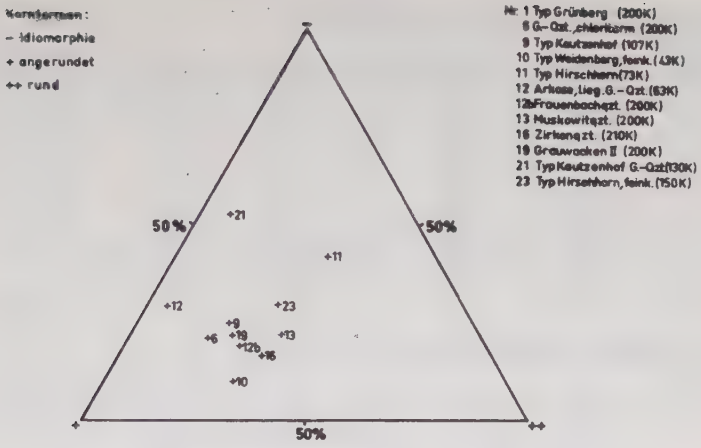


Abb.49:

Zirkonstatistik



Rundungsgrad von Zirkonen.

Abb.50:

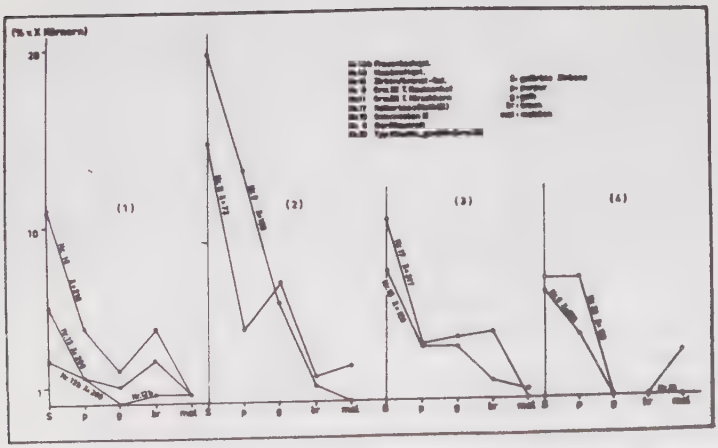


Abb.51:Farbverteilung der Zirkone.

Tabelle 15: Färbung der Zirkone (Häufigkeitsprozent)

Probennummer:	Summe	purpur/rosa	gelb	braun	Malakon
68	2,5	1,5	-,-	0,5	0,5
6	6,0	3,5	-,-	-,-	2,5
9	19,6	13,1	5,6	0,9	-,-
11	14,3	4,1	6,8	1,4	2,0
13	5,5	1,5	1,0	2,5	0,5
16	11,0	4,3	1,9	4,3	0,5
17	10,4	3,1	3,5	3,8	-,-
19	7,5	3,0	3,0	1,0	0,5
23	6,8	6,8	-,-	-,-	-,-

Tabelle 16: Rundung und Rundungsgrad, X-Zirkone

Probennummer:	-	+	++	R_a	R_b	X-Zirkone
1	29,6	41,0	29,0	2,8	1,0	-,-
6	23,6	58,7	17,4	3,9	0,8	2,5
9	25,2	54,5	20,4	3,0	0,8	2,0
10	10,5	60,5	29,0	8,5	2,8	-,-
11	42,0	24,0	34,4	1,4	0,9	-,-
12	29,6	65,5	5,0	2,4	0,2	-,-
19	23,2	55,0	21,6	3,6	1,0	1,0
21	52,5	40,0	7,1	0,9	0,1	2,3
23	28,0	40,0	32,0	3,7	1,1	-,-
13	22,5	44,0	33,5	3,8	1,5	2,0
16	16,7	53,5	30,0	5,0	1,9	1,9
68	19,0	55,0	26,0	4,3	1,4	1,0

Probenschlüssel:

1 Grauwacken I Normaltyp
2 Grauwacken Typ Brand
3 Geröllquarzit aus Muskowitqzt.
4 Geröllquarzit mit Turmalinhornfels-G.
5 Chloritreicher Geröllquarzit
6 Chloritarmer Geröllquarzit
7 Geröllquarzit Typ Süd
8 Grauwacken II, nur Quarz-G.
9 Grauwacken III Kautzenhof m. Phosph.
10 Grauwacken Weidenberg
11 Grauwacken Hirschhorn m. Phosph.
12 Arkose Liegend von Geröllquarziten
13 Muskowitquarzit
14 Grüner Quarzit Liegend Geröllqzt.
15 Quarzite aus der Wechsellagerung
16 Zirkon/Granat-Quarzit
17 Kalkarkose Kalk/Kalksilik. III
18 Frauenbachquarzit
19 Grauwacken II Ger. führend
20 Muskowitquarzit
21 Grauwacken III Arkose, Kautzenhof
22 Grauwacken Weidenberg mittell
23 Grauwacken Hirschhorn, ohne Gerölle

Zur Rundung:

- nicht gerundet Krist. deutlich idiomorph mit scharfen Kristallkanten
schwach gerundet, Kristallflächen noch deutlich erkennbar, Kanten mehr oder wenig gerundet.
stark gerundet, Kristallflächen nicht oder kaum erkennbar.

Tabelle 14 Längen- und Elongationswerte. (Häufigkeitsprozent)

Länge (mm)	1	6	9	10	11	12	19	21	23
0,04-0,07	29,4	16,0	15,4	9,3	7,0	9,5	24,0	0,7	4,7
0,08-0,10	36,0	51,5	50,0	18,6	41,5	38,0	57,0	11,3	18,7
0,11-0,14	24,6	22,5	24,0	39,6	37,2	30,0	18,5	24,2	32,6
0,15-0,17	6,5	8,0	6,7	16,3	11,3	19,0	0,5	35,0	16,0
0,18-0,20	2,0	1,5	0,9	7,0	2,8	1,6	-,-	20,4	18,7
0,21-0,24	1,5	0,5	3,0	4,6	-,-	1,6	-,-	4,5	8,0
0,25-0,27	-,-	-,-	0,9	4,6	-,-	-,-	-,-	1,5	1,3
-2,7	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	2,3	-,-
	100,0	100,0	100,9	100,0	99,8	99,7	100,0	99,9	100,0
Stückzahl	200	200	100	45	72	63	200	131	150

Länge (mm)	16	13	68
0,04-0,07	30,4	42,0	37,0
0,08-0,10	44,5	43,5	55,0
0,11-0,14	23,0	11,5	7,5
0,15-0,17	1,0	2,0	1,0
0,18-0,20	1,0	0,5	-,-
0,21-0,24	-,-	-,-	-,-
0,25-0,27	-,-	-,-	-,-
-2,7	-,-	-,-	-,-
	99,9	99,5	100,5
Stückzahl	200	200	200

Elongation	1	6	9	10	11	12	19	21	23
1,1	10,0	11,5	17,0	4,9	8,6	1,6	7,0	8,5	14,2
1,4	18,5	17,3	27,0	12,5	23,3	6,5	19,5	10,8	21,6
1,7	22,5	23,2	22,0	31,8	24,0	19,4	25,5	16,0	26,4
2,0	13,5	16,0	19,0	19,5	21,4	19,4	17,0	21,6	16,2
2,3	13,0	13,6	4,0	4,9	10,0	11,3	14,0	15,4	8,1
2,6	10,0	9,2	4,0	9,8	4,3	11,3	12,0	10,8	8,1
2,9	5,5	4,0	5,0	4,9	5,7	13,0	2,0	10,0	3,4
3,2	2,5	2,5	1,0	4,9	2,8	4,8	1,0	1,5	-,-
3,5	2,5	0,5	-,-	4,9	-,-	-,-	1,0	1,5	0,7
3,8	0,5	0,5	-,-	2,4	-,-	1,6	0,5	1,5	-,-
4,1	1,5	1,5	1,0	-,-	-,-	1,6	1,0	1,5	1,3
4,1	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	9,7	-,-	-,-	-,-
	100,0	99,7	100,0	100,4	100,1	100,1	100,5	99,7	100,0

Stückzahlen wie oben

Elongation	16	13	68
1,1	18,0	15,5	13,5
1,4	21,5	25,5	24,5
1,7	26,2	19,5	21,5
2,0	10,7	12,0	19,0
2,3	11,5	13,5	11,0
2,6	5,3	6,0	5,5
2,9	3,0	6,0	2,0
3,2	1,0	1,0	1,5
3,5	0,5	0,5	0,5
3,8	2,0	2,0	1,0
4,1	-,-	0,5	-,-
4,1	-,-	-,-	-,-
	99,7	100,0	100,0

E. TEKTONIK

Die Tektonik des bearbeiteten Gebietes wurde bereits an anderer Stelle ausführlich behandelt (MIELKE 1964). Hier soll nur eine kurze Zusammenfassung gegeben werden, die Änderungen und Neuerungen einbezieht. Die untersuchten Sedimente auf den Blättern Weidenberg und Berneck gehören der Grosstektonischen Einheit des Steinachsattels an. (D. RICHTER 1959) Dieser Großsattel wird durch äquidistante (Abstand ca. 2km), parallelverlaufende ac-Störungen in Segmente mit gegenseitig verschiedenem Versatz zerlegt. Die häufigste Richtung der schwankt um 160, bzw. um 120°, wobei die 120°-Richtung diagonal zur 160°-Richtung liegt. Dieses Störungssystem verläuft parallel zur Fränkischen Linie.

Der stratigraphische Hauptversatz erfolgt längs einer Störung, die den Bernecker Gneiskeil nach NE begrenzend, über Warmensteinach und Hüttstadl nach Mehlmeisel verläuft. Dort geht sie in die Schwarzberg-Störung (V. LUDWIG 1964/65[x]) über. Ich benenne sie im folgenden als Berneck-Schwarzberg-Störung.

Die Gangschar des Ochsenkopfgranitareals sowie dessen südwestliche Grenze zum Phyllitgebiet ist ein Teil des oben genannten Störungssystems.

Die NW-Grenze des Granitmassives folgt der Richtung streichender Störungen, auf die letztlich die Schichtverdoppelung im Hangenden des Kalk III-Niveaus zurückzuführen ist.

Das "Umbiegen" einer Störung erfolgt allgemein dadurch, dass die Störung der neuen Richtung den Hauptversatz übernimmt, während sich die Störung der alten Richtung mit geringerem Versatz weiter fortsetzt. In solchen Bereichen ist die Flächendichte der Parallelstörungen stark erhöht.

Als Beispiel sei die Schwarzberg-Störung aufgeführt, die sich bei Mehlmeisel über Fichtelberg und "Gleißlinger Fels" unter Richtungswechsel zum Ochsenkopf hin fortsetzt. Sie wird letztlich im Granit nur durch Quarz/Eisenglanz-Gangscharen und durch Proterobasgänge dokumentiert. Den stratigraphischen Hauptversatz übernimmt ab Mehlmeisel die 120° streichende Bernecker Störung. Weitere Beispiele siehe Abb. 52. (Tekt. Karte)

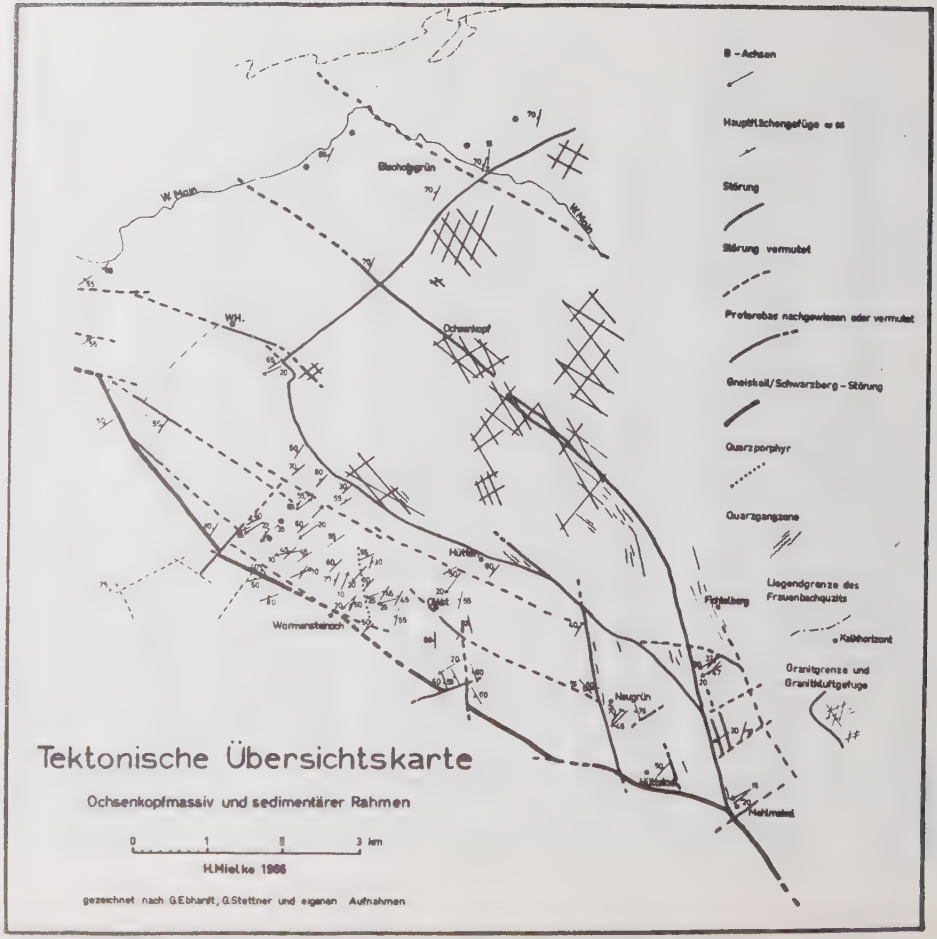
Die untersuchten Sedimente auf den Blättern Berneck und Weidenberg fallen in eine Zone mit vorherrschender 120°Störungs-Richtung. Das durch die Berneck-Schwarzberg-Störung im Süden und durch die tektonische Granitgrenze im Norden begrenzte Segment

[x] Diese Störung wird 1955 erstmalig von TEUSCHER auf einer unveröffentlichten Exkursionsbeilage angegeben.

des Steinachsattels, wird in sich nochmals durch zu diesen Störungen diagonal verlaufenden Sekundärstörungen der 160°-Richtung geringfügig verstellt.
Die gegenseitige Verstellung der einzelnen Sattelsegmente lässt zwei Komponenten erkennen:

1. Eine vertikale Absenkung.
2. Eine Rotation um Achsen senkrecht und parallel zur Störungsrichtung. (SANNEMANN 1966).

Durch die Rotation wird das Flächengefüge der Metamorphite im Störungsbereich in die Richtung der Störung hineingedreht. Es entsteht dadurch der Eindruck eines umlaufenden Streichens bzw. eine eventuell vorhandene Krümmung der Schichtausbisse wird dadurch verstärkt.
Das umlaufende Streichen von Kalksilikatzügen im Becken von Mehlmeisel (D. RICHTER 1963) konnte nicht bestätigt werden.
Fasst man die 110/120°-Richtung als fiederartig angelegtes Scherelement zur 140/160°-Richtung auf, müsste zusätzlich im Grossbereich eine Tendenz vorhanden sein, die westliche Großscholle gegenüber der östlichen nach Süden zu versetzen.
Die Anlage des Störungssystems erfolgte variscisch bis spätvariscisch. Dies ergibt sich aus den die Störungen begleitenden Aplit-, Proterobas-, Kersantit- und Quarz/Eisenglanzgängen, die mit den Graniten bzw. deren Nachphase in Beziehung stehen.
Die letzte Bewegung längs dieses Systems erfolgte nach der tertiären Verwitterung. (Wende Plio/Pleistozän.) Dies folgt aus Harnischflächen in tertiär verwittertem Proterobas. Im allgemeinen waren die Bewegungen dieser letzten Phase den älteren Bewegungen entgegengesetzt. So kommt es vor, dass tertiär verwitterter Kalksilikat tektonisch getrennt neben frischem Material liegt.
Die jüngeren Bewegungen wirken sich in den Metamorphiten stärker aus als in den Graniten.
Das Hauptflächensystem besteht aus einer intensiv ausgebildeten Transversalverschieferung (Winkel s zu ss = 20-30°, s liegt steiler ss.) Die Bezeichung Parallelschieferung (D. RICHTER 1959) ist irreführend. Die ältere Schiefrigkeit s_1 (D. RICHTER 1959, MIELKE 1964) konnte nicht bestätigt werden. Bei allen untersuchten Proben erwies sie sich als Schichtung. "Gneise" mit einem älteren s-Flächen System (im allgemeinen als ältere Schieferung s_1 gedeutet) weisen senkrecht zu diesem


B - Achsen
Hauptflächengefüge
Störung
Störung vermutet
Proterobas nachgewiesen oder vermutet
Gneiskeil/Schwarzberg - Störung
Quarzporphyr
Quarzgangzone
Liegendgrenze des Frauenbachquarzits
Kalkhorizont
Granitgrenze und Granitkluftgefüge
Tektonische Übersichtskarte
Ochsenkopfmassiv und sedimentärer Rahmen
0 1 2 3 km
H.Mielke 1966
gezeichnet nach G.Ebhardt, G.Stettner und eigenen Aufnahmen
Bischofsgrün
W. Main
Ochsenkopf
Hüttstatt
Wormsteinach
Fichtelberg
Neugrün
Kohlmatel

System häufig einen Materialwechsel bzw. Korngrössenschwankungen auf. In solchen Fällen liegt der Verdacht nahe, dass s_1 dem primären ss entspricht.
Der Deformationsplan ist sowohl westlich als auch östlich der Schwarzberg-Störung, sowie nördlich und südlich der Bernecker Störung gleich. Verschieden ist nur die Intensität der Bewegungen längs der Schiefrigkeit. Diese sind auf Blatt Berneck Süd und auf Blatt Weidenberg Nord wesentlich stärker als auf Blatt Ebnath Nord und Süd. (Die intensive Durchbewegung beginnt hier erst westlich der Schwarzberg-Gleißlinger-Fels-Störung. Es wäre nachzuprüfen, ob die Zone maximaler Durchbewegung mit der Zone der vorherrschenden 120^{o}-Störungen zusammenfällt.

Im Ablauf der Beanspruchung lässt sich an Hand von Dünnschliffbildern rekonstruieren:

1. Verfaltung, keine Metamorphose.
2. Epizonale Mineralblastese bei fortdauernder Durchbewegung.
3. Diaphtorese bei schwacher Durchbewegung.

F. LEBENSSPUREN

Eindeutig bestimmbare Fossilien sind in den bearbeiteten Gesteinen bei vorhandenem Metamorphosegrad und bei der mehr oder weniger starken Durchbewegung nicht zu erwarten.
Organogene Spuren, problematische Fossilreste sowie Kutikulenreste aus Phylliten konnten jedoch nachgewiesen werden.

1. Organogene Spuren

In den geröllarmen Grauwacken I wurde ein im Querschnitt rundliches Gebilde festgestellt, das sich schlauchartig ein Stück im Sediment verfolgen liess. Im senkrecht dazu angelegten Dünnschliff ist ein runder Querschnitt von ca. 3 mm Durchmesser zu erkennen. Die Korngrösse innerhalb des Gebildes liegt bei 80-90u gegenüber 120u der Grauwackenmatrix. Quarz, Zirkon und Biotit ist gegenüber der Matrix angereichert, Serizit ist weniger häufig. Apatit bildet die Intergranulare bei einer Korngrösse von 30u. Die Grenzen des Gebildes zur Matrix sind scharf. Ich möchte dieses Gebilde als Wurmgang deuten. Abb. 53.

2. Problematische Fossilreste.

Sie wurden als ellipsiodische Körper in weissen, Apatit führenden Siltquarziten der Wechsellagerung angetroffen. (Siehe Profil s.) Ein weiteres Lesesteinvorkommen befindet sich bei (Eb. 9308/3480). Ähnliche Gebilde wurden se. in einer stratigraphisch äquivalenten Folge von H. RASCHKA festgestellt.

Makroskopische Beschreibung:

Bei den oben angeführten Quarziten handelt es sich um grauweisse, angewittert gelbliche Gesteine, die von in B ausgerichteten Biotitporphyroblasten durchsetzt sind. Ausser der epizonalen Beanspruchung lässt sich eine leichte statische Metamorphose feststellen. Die Beanspruchung der Folge durch die Tektokinese ist gering.
Das Gestein enthält ellipsiodische Körper (Abb. 54) mit den Halbachsen (Durchschnittswert aus 60 Exempl.) a-0,7, b-1,6, c-0,4 cm. Die von H. RASCHKA gefundenen Exemplare weisen eine stärkere Auslängung in B auf. a: b: c ist hier 0,5: 4,1: 0,2. Beim grössten Exemplar beträgt a 0,8 und b 2,9 cm. Die durchschnittliche Flächendichte ist 3 Stück pro 10cm^2. Die Ellipsoide weisen in allen Fällen einen je nach Anschnitt verschieden dicken, dunklen Randsaum auf. (Durchschnittswert 0,8mm).

Der Randsaum setzt der Verwitterung grösseren Widerstand entgegen als der Kern. Dabei wird an einzelnen Exemplaren eine radiale "Kammerung" sichtbar. Abb. 55.

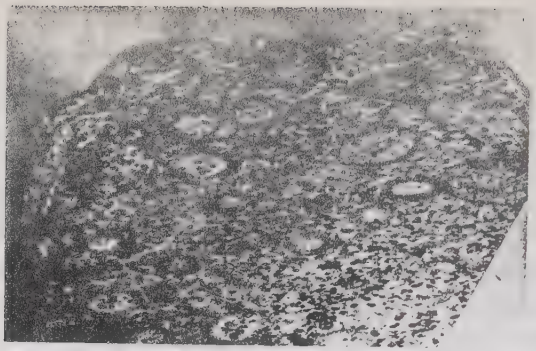
Wie Abb. 56 zeigt, sind die meisten Ellipsoide nicht streng symmetrisch, sondern zeigen am einen Ende eine eigentümliche Einbuchtung (Sinus), die tektonisch nicht erklärbar ist, da sie die inneren Bereiche der Ellipsoide nicht erfasst.
Makroaufnahmen im Infraroten Bereich zeigen weitere Innenstrukturen. Bei grösseren Exemplaren treten häufig neben dem dunklen Randsaum im inneren, hellen Kern nochmals ein oder mehrere dunkle elliptische Ringe auf, die z. T. exzentrisch zum Gesamtellipsoid liegen. Abb. 54, 56, 57, 58 Nr. 2a der Abb. 57 lässt neben spiraligen Elementen im Kern ein asymmetrisches Gebilde im linken Teil des Ellipsoides erkennen. Die Kammerung des Randsaumes zeigt sehr gut Abb. 58. Bei einer elliptischen Kammer ist ein zentraler Kern sowie eine Fältelung der Wandung sichtbar.
Zur Verdeutlichung wurden die Strukturen der Abb. 57 und 58 mit dem ZEISS Luftbildzeichner aus der Photographie herausgezeichnet (Abb. 58a).

Mikroskopische Beschreibung:

Elemente des Feinbaues sind nur im Dickschliff sichtbar. Abb. 59. Der dunkle Randsaum setzt sich aus einer Folge von apatitreichen und apatitärmeren, serizitischen Lagen zusammen. Die serizitischen Lagen sind dabei in der Regel mächtiger als die apatitreichen (150-50u). Zum Kern hin ist eine allgemeine Mächtigkeitszunahme zu beobachten.
Im Dünnschliff lässt sich nur ein Korngrössenunterschied zwischen Aussensaum mit 100u und serizitreichem Kern mit 30u feststellen. Eine versuchsweise hergestellte elektronenmokroskopische Aufnahme aus der Randpartie eines Exemplares (Maßstab 1 : 14000) zeigt eine nicht näher zu deutende Fältelung. Abb. 60.
Die im Dickschliff auffallende organische Substanz wurde papierchromatographisch untersucht. (Analytiker: PRASHNOWSKY 1966) Dabei konnten folgende Aminosauren nachgewiesen werden:

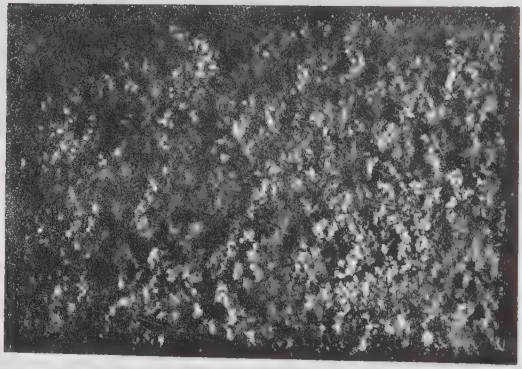
Angaben in % (mg/kg Gestein)

Glycin	4,86	Cystin	13,16
Alanin	5,81	Asparagin	7,87
Valin	22,56	Glutamin	4,98
Prolin	0,14	Histidin	2,34
Serin	-,-	Arginin	0,93
Threonin	6,65		
Methionin	17,83		



54

53



55

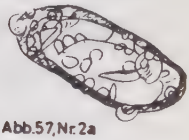
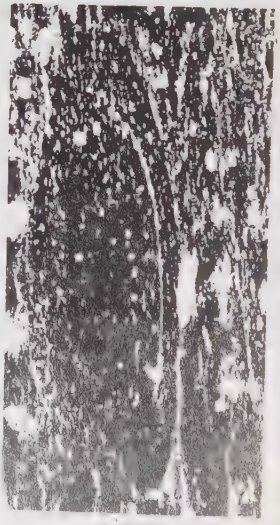


Abb.57, Nr. 2a

2a

57



56

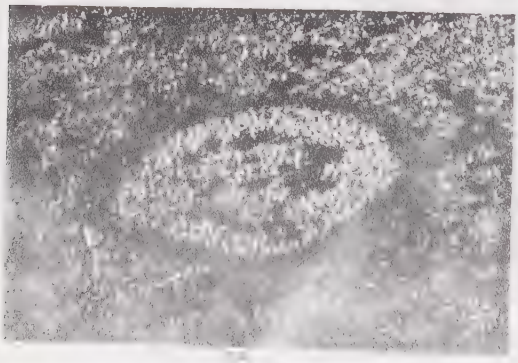


Abb.53:Wurmgang(?).Apatit dunkel.M124,20x.

Abb.54:Problematische Fossilreste.Übersichtsaufnahme im Infraroten Bereich.1,2x.

Abb.55:Radiale Kammerung des Randsaumes.Infrarot, 5,5x.

Abb.56:Einbuchtung des Randsaumes.Dickschliff,Grauwerte negativ. 7x.

Abb.57:Asymmetrisches Gebilde im linken Teil des Ellipsoides Nr.2a.Im Kern spiralige Elemente und elliptische Körperchen.Infrarot, 2,2x.

Abb.58:Kammerung des Randsaumes.Oben rechts:Elliptische Kammer mit geriefter Wandung und zentralem Kern. Infrarot, 5,4.

Deutung:

Eine anorganische Entstehung (Pisolithen) erscheint wegen des relativ komplizierten Baues und dem Gehalt an organischer Substanz unwahrscheinlich. Auch der reichlich vorhandene Apatit sowie die oben aufgeführten Aminosäuren sprechen für eine organische Entstehung. Wurmspuren sind auf Grund des Feinbaues und der Regelmässigkeit der Gebilde ebenfalls unwahrscheinlich.

In der russischen Literatur (ZURAWLEWA 1964, REITLINGER 1959) werden ähnliche Körper aus dem oberen Proterozoikum (Sinium, Riphäikum) beschrieben. Sie gelten in diesem Bereich als "Leitfossilien" (Osagia tenuilamellata, Osagia libidinosa usw.), reichen allerdings bis in das Unterkambrium. Eine genauere zeitliche Einstufung der unteren Arzberger Serie wäre somit nicht möglich. Immerhin liesse sich, eine Identität mit Osagia sp. vorausgesetzt, ihre stratigraphische Stellung auf den Bereich "Sinium"/"Riphäikum" = oberstes Proterozoikum und Unterkambrium einengen. Ihr mittlerer und oberer Anteil käme dann auf jeden Fall ins Kambrium zu stehen.

3. Kutikulenreste:

Kutikulenreste konnten aus den schwarzen Phylliten des Geröllquarzites und aus Graphitschiefern im Liegenden des Neusorger Marmores nachgewiesen werden.

Die schwarzen Phyllite vom Höllfels ergaben nur eine sehr geringe Ausbeute bei kleiner Korngrösse. Die Graphitschiefer enthielten reichlich Kutikulenreste. Abb. 61 zeigt die angetroffenen Formen.

Schwierigkeiten ergaben sich bei der Mazeration. Viele Reste waren noch nicht völlig aufoxidiert und blieben daher in ihrem Kern opak. Eine weitere Bearbeitung wurde nicht durchgeführt.

Abb.60:
Elektronenmikroskopische Aufnahme aus dem Randbereich.(1 : 14000)

Abb.59:
Elemente des Feinbaues.(Dickschliff) Grauwerte(-) 8x

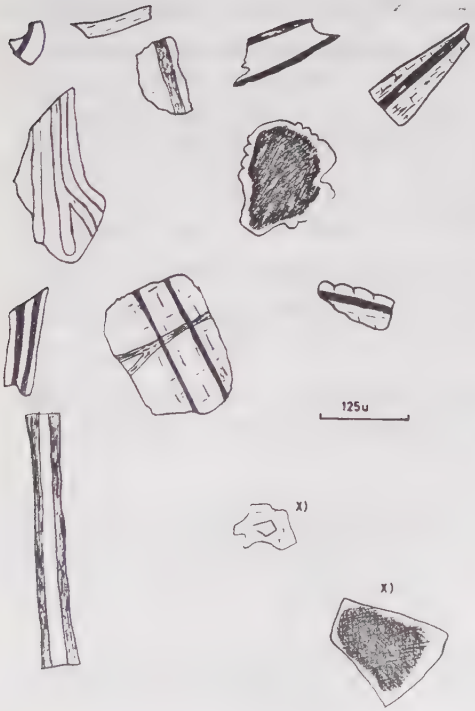


Abb.61:Formen der Kutikulenreste.

G. ZUSAMMENFASSUNG, STRATIGRAPHISCHER VERGLEICH UND ALTER DER AUFGEFUNDENEN HORIZONTE

In einem bisher eintönig erschienenen, ungegliederten Phyllitgebiet wurden mehrere Einzelhorizonte ausgeschieden. Die meist sehr gut erhaltenen sedimentären Strukturen lassen zusammen mit der isochemen Mineralblastese, der Korngrösse und dem Schwermineral-Anteil eine für Metamorphite relativ weitgehende Rekonstruktion des Milieus bei der Sedimentation und des Sedimentationsmechanismus zu.
In Abbildung 62a ist die Abfolge der Einzelhorizonte schematisch dargestellt. Vereinfacht wurden folgende Sedimentkomplexe ausgeschieden:
Grauwacken im Hangenden des Kalksilikates von Ebnath, vergesellschaftet mit Flachwassersedimentite, die ausgeprägte sedimentäre Strukturen zeigen. (Grauwacken I)
In diesem Niveau konnten problematische Fossilreste aufgefunden werden.

Eine manganreiche Zone maximaler Granat-, Plagioklas- und Chloritoidblastese mit zum Hangenden zunehmendem pelitischen Einfluss. Die Granatsprossung ist bei dem vorgegebenen Metamorphosegrad nur in Mn-reichen Lagen möglich und somit stratigraphisch leitend.

Eine psammitisch/psephitische Zone in der zum Hangenden hin psammitischer Einfluss zunimmt. (Grauwacken II)

Ein karbonatischer Bereich in der oberen Arzberger Serie.

Im Liegenden des Tremadoc (Frauenbachquarzit) konnte ein klastisches Niveau ausgeschieden werden, dessen Elemente bisher z. T. fälschlich als orthogenes Material angesehen wurde. (Grauwacken III)

Die Untersuchungen des Schwermineralbestandes ergaben, dass Psammite im Liegenden der Grauwacken II nur relativ wenig gefärbte Zirkone aufweisen. Der vorherrschende Farbton ist braun.
Psammite im Hangenden der Grauwacken II besitzen einen hohen Anteil an gefärbten Zirkonen. Die vorherrschende Färbung ist rot und gelb. Die Methoden der Zirkonstatistik lieferten bei den untersuchten klastischen Gesteinen, besonders bei Arkosen keine eindeutigen Ergebnisse.
Interessant ist, dass mit Hilfe der Korngrössenstatistik auch in metamorph überprägten Klastika horizontspezifische Summenkurven der Quarzkorngrössen zu erzielen

sind. Voraussetzung sind geringe Rekristallisation, bzw. Kataklase. Auszählungen unterhalb des Mittelsandbereiches sind durch Mineralumbildungen nicht mehr sinnvoll. Gerölle können wegen der Auslängung und aus mikroskopiertechnischen Gründen in der Regel nicht erfasst werden.
Bei der Untersuchung von Phosphoriten ergab sich eine von der stratigraphischen Lage unabhängige Konstanz des Apatit/Muskowitverhältnisses bei Variabilität des Quarzgehaltes.

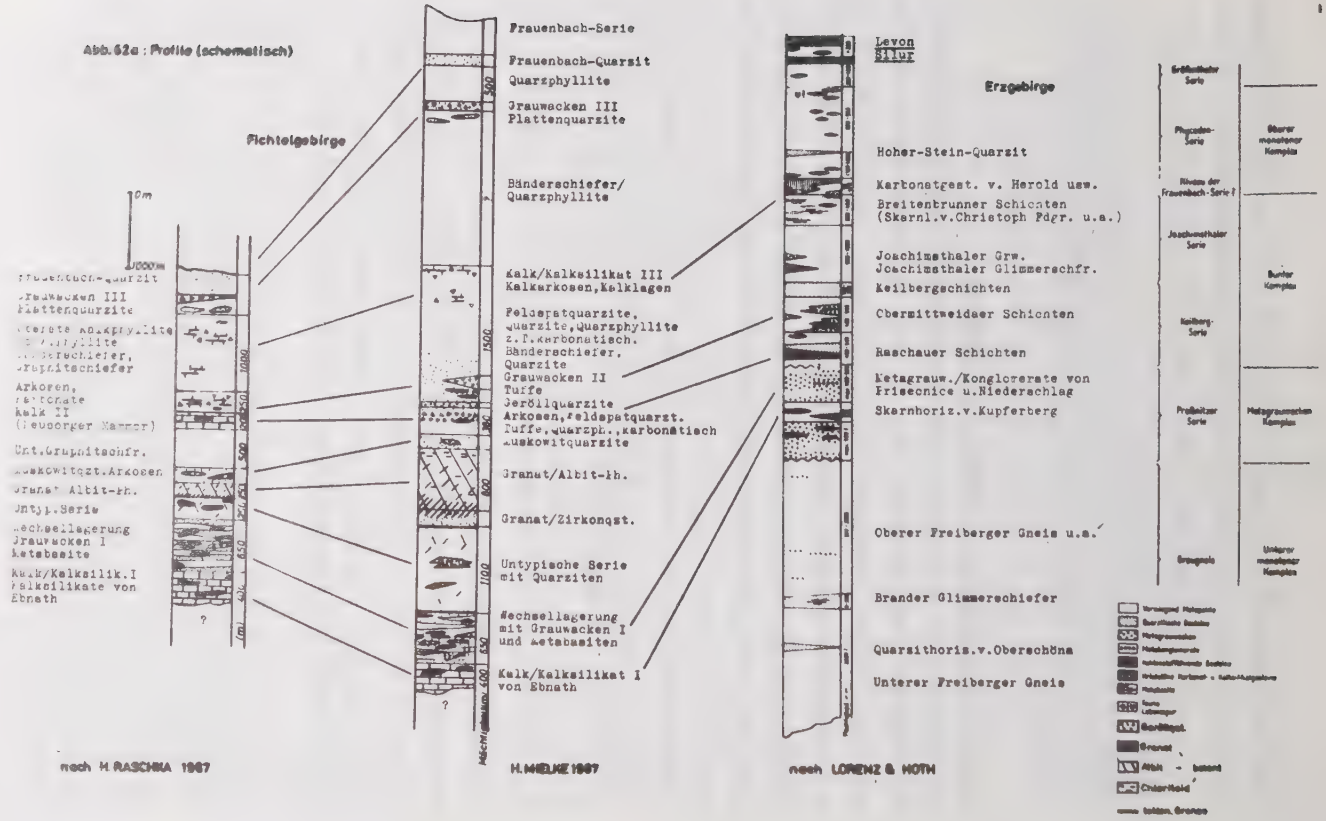
Disskussion des Profiles und Parallelisierungsversuche.

Die Sedimentite des bearbeiteten Gebietes stellen in keinem Fall Bildungen grösserer Wassertiefe dar. Die Grauwacken, Arkosen, Geröllquarzite und Quarzite wurden in sehr flachem Wasser abgelagert. Dies ergibt sich aus der Sortierung, dem Geröllinhalt und dessen Korngrösse, dem Phosphatgehalt, den stellenweise ausgebildeten Seifenlagen der Quarzite sowie aus sedimentären Strukturen. Allein die tuffitisch beeinflusste Granat/Albit-Serie könnte in grösserer Wassertiefe sedimentiert worden sein.
Die Grauwackenhorizonte unterscheiden sich sowohl nach dem Geröllinhalt als auch im Quarz/Feldspatverhältnis. Die beiden unteren Horizonte führen im wesentlichen als Gerölle saure Magmatite und die Gesteine der zugehörigen Kontaktaureolen. Bei den Grauwacken I überwiegen die Magmatite. Die Grauwacken III sind vergleichsweise arm an Gerölltypen. Neben allochtonen Phosphoriten wird nur granitischer bis porphyrgranitischer Detritus sedimentiert.

Abbildung 62a zeigt die Gegenüberstellung der Horizontabfolge aus meinem Arbeitsbereich mit der Abfolge, wie sie H. RASCHKA im südlichen Fichtelgebirge aufgestellt hat. Ausserdem wird der Versuch einer Parallelisierung mit Horizonten aus dem Erzgebirge und dem Böhmischen Raum (LORENZ & HOTH). unternommen.

Generell kann gesagt werden, dass im westlichen Fichtelgebirge eine klastisch geprägte Abfolge gegenüber einer mehr pelitisch/karbonatischen Abfolge des südlichen Fichtelgebirges ausgebildet ist. Im Liegenden des Neusorger Marmors und im Liegenden der Grauwacken II bzw. im Hangenden des Neusorger Marmors und dem Hangenden des Geröllquarzit/Grauwacken II-Niveaus besteht eine Ähnlichkeit der Sedimentkombinationen, die sich auch in den Schwermineralen widerspiegelt.

Abb. 62a : Profile (schematisch)



nach H. RASCHKA 1987 — H. MIELKE 1987 — nach LORENZ & HOTH

Wechsellagerung und Grauwacken I gehören in beiden Profilen dem gleichen Niveau an. In deren Hangendem folgt auf Blatt Ebnath-Süd mit normalem stratigraphischem Verband eine untypische Serie mit lokalem Granat/Albit-Gehalt. Auf Blatt Ebnath Nord ist sie tektonisch isoliert ausgebildet. Insgesamt erscheint sie hier quarzitischer, gegenüber dem südlichen Vorkommen fehlen die Metabasite.

Weiter hangendwärts folgt sowohl im Norden wie im Süden eine manganreichere Zone mit selektiver Granat/Plagioklas-Blastese. Im Norden ist sie an ihrer Basis mit Granat/Zirkonquarziten psammitisch entwickelt. Zirkonquarzite treten allerdings auch in der Wechsellagerung im Süden auf. (H. RASCHKA)

Die Abfolge in der Betonung der Typusminerale ist bei beiden Profilen identisch. Liegend Granatbetonung, Hangend Plagioklasbetonung. Chloritoid konnte von RASCHKA dagegen nicht festgestellt werden. Im Hangenden der Zone mit makroskopisch maximaler Plagioklasblastese folgen hier dunkle Phyllite, die möglicherweise mit den dunklen Albit/Chloritoid-Phylliten des nördlichen Profiles zu vergleichen wären. In der Zone der Muskowitquarzite sind Quarzite mit Geröllquarziten verknüpft. Diese können im Süden durch Arkosen vertreten werden. Die petrographisch identischen Arkosen sind auf Blatt Berneck durch karbonathaltige Quarzphyllite mit eingelagerten Tuffen von den Muskowitquarziten getrennt. Es liegt hier keine horizontale Abfolge vor. Im Hangenden dieser Zone treten in beiden Fällen Metabasite auf. Wie aus der Gegenüberstellung ersichtlich, ist für die folgende etwa 800m mächtige Zone keine lithologische Parallelisierung möglich.

Quarziten, Quarzphylliten, Geröllquarziten und Grauwacken im Norden stehen im Süden Quarzphyllite, Graphitschiefer und Kalke gegenüber. Eine Ausnahme bilden Tuffite, die sowohl im Niveau des Neusorger Marmors, als auch der Grauwacken II vorkommen.

Im Hangenden dieser beiden lithologisch verschieden ausgebildeten Abfolgen zeichnet sich wieder eine zunehmende Ähnlichkeit der ausgebildeten Einzelhorizonte ab. Kalkphyllite, Kalkarkosen und Bänderschiefer finden ihr Gegenstück in Kalkarkosen und Bänderschiefern des Kalk III Niveaus. Die Mächtigkeit ist hier stark reduziert. Im Hangenden sind bei beiden Profilen Plattenquarzite, Grauwacken III und Frauenbachquarzite ausgebildet.

Die grosse Ausstrichbreite zwischen Kalk III-Niveau und dem Niveau der Grauwacken III auf Blatt Berneck ist tektonisch bedingt.

Da sowohl im Liegenden als auch im Hangenden des Neusorger Marmores und der Grauwacken II eine Ähnlichkeit der Einzelhorizonte zu verzeichnen ist, erscheint eine Parallelisierung der Bereiche Neusorger (Wunsiedler)Marmor - Geröllquarzite/ Grauwacken II als isochrone Bildungen nicht abwegig. Es bestünden dann in der Arzberger Serie neben 3 Grauwackenniveaus ebenfalls drei karbonatische Horizonte, deren mittlerer durch Grauwacken und Quarzite ersetzt werden kann.
Eine endgültiger Beweis lässt sich auf Grund der Untersuchungen H. RASCHKAs und des Verfassers nicht erbringen.
In Abbildung 62b ist der Versuch einer Parallelisierung von Untereinheiten der beiden fraglichen Horizonte dargestellt. Die Parallelisierung basiert auf Korngrössenschwankungen innerhalb der psammitisch/psephitischen Zone.
Parallelisierungsmöglichkeiten des Profiles mit Horizonten des Erzgebirges, der Westlausitz, des Schwarzburger Sattels und des Böhmischen Raumes. (MEHNERT 1938, K. SCHMIDT 1960, LEINHOS 1956, FALK 1966, LORENZ & HOTH 1964.) sollen im folgenden noch versucht werden.

Grauwacken wurden in entsprechenden Metasedimentiten von MEHNERT aus dem Erzgebirge und von K. SCHMIDT aus der Elbtalzone beschrieben. LEINHOS hat Geröllquarzite und Grauwacken aus dem Schwarzburger Sattel eingehend bearbeitet. Neuere Untersuchungen aus diesem Raum sind durch FALK bekannt geworden.
In Abb. 63 ist der Geröllinhalt dieser Grauwacken dem der Grauwacken des Fichtelgebirges gegenübergestellt.
Es besteht eine gute Übereinstimmung der Grauwacken II mit denen von Obermittweida (Erzgebirge) und denen der Westlausitz, die ihrerseits mit grobklastischen Horizonten der Katzhütter Schichten parallelisiert wurden. Allerdings muss erwähnt werden, dass Blauquarzgerölle und Turmalinquarzite von K. SCHMIDT auch aus oberkambrischen bis unterordovizischen Quarziten nachgewiesen werden konnten. (Collmberg-Quarzite, Nordsächsischer Sattel.)
Die Grauwacken I ähneln in ihrem Geröllbestand mehr dem "Langen Berg"-Quarzit aus dem Schwarzburger Sattel.
Die Grauwacken III wurden nicht aufgeführt. Sie lassen keinerlei Beziehungen zu den oben genannten Grauwacken feststellen. Sie stellen möglicherweise Äquivalente zu geröllführenden Horizonten aus der Frauenbachwechsellagerung des Schwarzburger Sattels dar.

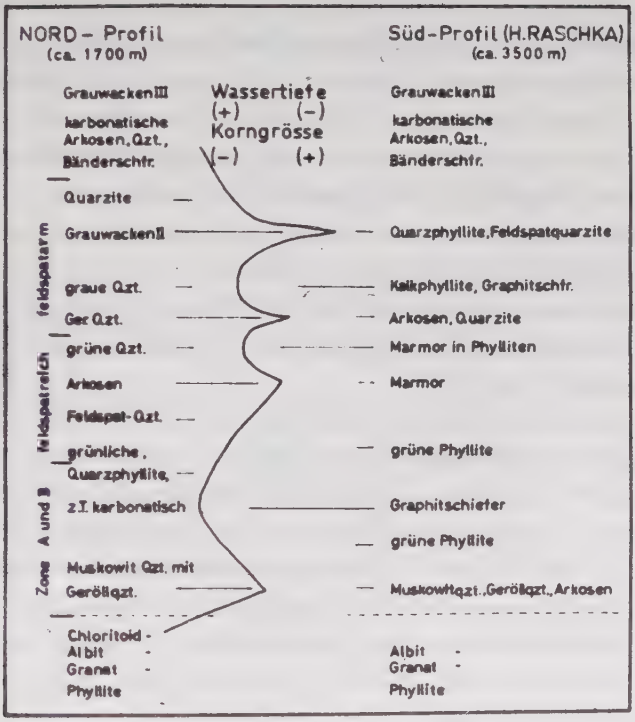


Abbildung 62 b.
Schwankungen der Klastizität in Abhängigkeit zur Lage im Profil.

Die Parallelisierung grobklastischer Horizonte auf Grund ihres Geröllgehalts ist problematisch, da Variationen des Geröllinhalts nicht ausgeschlossen werden können. Demgegenüber ist es auffällig, dass K. SCHMIDT bei Grauwacken des Westlausitzer Zuges weitgehend horizontbeständigen Geröllinhalt vorfand.

Die Richtigkeit einer Parallelisierung nach dem Geröllbestand vorausgesetzt, müssten die Grauwacken 1 der Basis der Goldisthaler Schichten entsprechen, die diskordant auf Algonkium auflagern sollen. Allerdings ist die Stellung des "Langen Berg-Quarzites" an der Basis der Goldisthaler Schichten noch umstritten.

Im Profil von LORENZ & HOTH könnten sie den Grauwacken der Pressnitzer-Serie entsprechen. Wie die Grauwacken I sind diese mit Metabasiten vergesellschaftet. Nach SATTRAN 1962 ist die Pressnitzer Serie der nachspilitischen Stufe zuzuordnen und würde damit Elemente des Eokambriums enthalten. Gegenüber der Einstufung von LEINHOS käme der Horizont hier stratigraphisch etwas tiefer zu liegen.

Werden die Grauwacken II mit denen der Westlausitz, bzw. des Erzgebirges verglichen, entsprächen sie im Profil von LORENZ & HOTH den Grauwacken der Keilberg-Serie, die bezeichnenderweise mit Karbonaten verknüpft sind. (Karbonathorizont "Hammerunterwiesenthal")

Für die Grauwacken und Phyllite der Keilberg-Serie nimmt TIMOFEJEWS 1958 auf Grund von Sporenuntersuchungen unterkambrisches bis mittelkambrisches Alter an. Übertragen auf die Verhältnisse im Fichtelgebirge wäre nach der Lage im Profil (Bezugshorizont Frauenbachquarzit) höheres Unterkambrium bis unteres Mittelkambrium für die Grauwacken II bzw. für den Neusorgen(Wunsiedler)Marmor wahrscheinlich. Für die Grauwacken I ist eokambrisches Alter wahrscheinlich.

Bei einer Parallelisierung Grauwacken I entsprechend den Grauwacken der Pressnitzer Serie, Grauwacken II entsprechend den Grauwacken der Keilberg Serie, ergäbe sich für die restlichen Horizonte:

Die Wechsellagerung entspricht den feldspat/granat-blastischen Zweiglimmergneisen und Quarziten der Pressnitzer Serie.

Für die Granat-Albit-Serie muss bei veränderter Metamorphose eine Veränderung des makroskopischen Habitus angenommen werden. Dem Erzgebirgsprofil, dessen Sedimente alle höher metamorph vorliegen, als die des untersuchten Gebietes, lässt sich ein Granat Horizont der Grünschieferfacies nicht zuordnen.

Geröllinhalt der Grauwacken von Obermittweida (MEHNERT 1938), des Westlausitzer Zuges (K. SCHMIDT 1960), der Grauwacken II und I und des "Langen-Berg"-Quarzites (LEINHOS 1956). (X) nicht genau bestimmt.

Abb. 63:

Geröllinhalt:	Obermittw.	Westlaus.	Grw. II	Grw. I	Langen-Berg-Qzt.
Granit(Porph. Gr.)	X	X	X		
Aplitgranit	X	X	X		
Aplite	X	X			
Quarzporph.	X	X	X	X	X
Felsitporph.	X	X	X	X	
Keratoph.	X	X		(X)	
Diabas	X				
Tuff	X				
Turmalinhornf.		X	X		
Fleckschfr.		X	X		
Hornf. Qzt.		X	(X)	X	X
Turmalin Qzt.		X	X		
Metamorphit	X			(X)	
Kieselschfr.		X			X
Grauwacken	X	X	X		X
Quarzite	X	X	X		X
Tonschfr.	X	X	X	X	X
Kalke	X				
Phosphorite			X	X	
Blauquarze		X	X		X
Gangquarze	X	X	X		

Im Hangenden der Grauwacken II fanden sich Quarzite, die den Quarziten der Keilberg-Schichten entsprechen könnten. Allerdings ähneln diese in der Abfolge: Quarzit-Granat/Muskowitglimmerschiefer-Quarzit, der Granat-Albit-Serie und den Muskowitquarziten, wobei allerdings für die Granat-Blastese der oben aufgeführte Einwand gilt.
Gesteine, die mit der Joachimsthaler-Serie vergleichbar wären, sind im nördlichen Profil auf Blatt Berneck nicht ausgebildet. Dagegen ähneln diese stark den Graphitschiefern und Kalkphylliten H. RASCHKAS.
Die Arkosen und Kalkarkosen des Kalk III-Niveaus entsprächen dann dem Niveau der Tellerhäuserer- und Breitenbrunner Schichten, allerdings in mehr psammitischer Facies.
Frauenbachquarzit ist im erzgebirgischen Raum bislang nicht bekannt.

Liefergebiet und geotektonische Stellung der Grauwacken.

Das Liefergebiet der drei Grauwackenhorizonte ist nicht genau zu lokalisieren. LEINHOS nimmt als Liefergebiet des porphyrischen Materiales sowie der Blauquarze die Kernzone des Schwarzburger Sattels an.
K. SCHMIDT vermutet das Liefergebiet im Süden, eventuell in Böhmen, da sicheres Ausgangsmaterial in Sachsen nicht vorhanden ist.
FALK 1966 führt die Geröllführung der Katzhütter Schichten auf lokale Bewegungen zurück, die mit der interalgonkischen Phase (KETTNER 1955) zu parallelisieren wären. (Bewegungen an der Wende spilitischer- zur postspilitischen Stufe.)
Im Fichtelgebirge lässt sich der grösste Teil des Geröllbestandes von Gesteinen der Arzberger Serie nicht ableiten.
Indizien sprechen dafür, dass im untersuchten Gebiet im Norden grössere Landnähe herrschte. Auch H. RASCHKA fand in Quarziten der Wechsellagerung Indizien für eine Schüttung aus Norden. Ein Vergleich der beiden Profile spricht ebenfalls dafür. Zwingend sind diese Hinweise jedoch nicht. Ein Liefergebiet im Norden, möglicherweise der Schwarzburger Sattel, kann nicht ausgeschlossen werden. Auch muss damit gerechnet werden, dass ein Milieuwechsel im Raume der heutigen Münchberger Gneismasse, der sich bereits im Ordoviz in zwei verschiedenen Faciesbereichen dokumentiert, auch die Sedimente älterer Einheiten erfasste.

Die einzelnen Grauwackenhorizonte spiegeln möglicherweise sardische Bewegungen wieder, wobei die Gerölle von Magmatiten und begleitenden Kontaktgesteinen auf assyntische, magmatische Vorgänge zurückzuführen sein könnten.
Nach ihrer lithologischen Stellung im Profil möchte ich vorschlagen, die Grenze der Arzberger- zur Frauenbachserie an die Basis des Grauwacken III-Niveaus legen. Allerdings wäre diese Grenze bei der Kartierung nicht so scharf zu fassen, da die grobklastischen Bildungen zwar niveaubeständig nicht aber horizontbeständig sind. Ausserdem kann eine Vertretung der Psephite durch Psammite an anderer Stelle nicht ausgeschlossen werden.
Eine lithologische Parallelisierungsmöglichkeit der grobklastischen Horizonte mit Geröllquarziten wie sie V. LUDWIG (1966) aus dem Kambrium des Frankenwaldes beschreibt, besteht nicht. Lediglich die Schüttungs-Richtung scheint hier von Norden nach Süden zu verlaufen.

H. ARBEITSMETHODEN

Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen.

Von den während der Geländearbeit ausgewählten Proben wurden die Grauwachen in ca. 3 cm dicke Scheiben aufgetrennt. Die Trennebene wurde, um möglichst viel Geröllsubstanz zu erfassen, meist in die bc-Ebene gelègt. Die erhaltenen Scheiben wurden dann zusätzlich in der ac- und ab-Ebene randlich angesägt oder angeschliffen. (Bei harten Gesteinen unter Verwendung einer Trennscheibe mit weicher Bronzebindung der Diamanten.)

Proben der restlichen Sedimentite wurden zu Quadern geschnitten, um die ac-, ab- und bc-Ebenen erfassen zu können.

Nach dem Anschleifen sind die einzelnen Stücke mit farblosem Japanlack lackiert worden. Texturierung und Struktur des Gesteins werden dadurch sichtbar.

Die makroskopische Integration erfolgte unter dem Binokular bei 20x Vergrösserung längs auf die Gesteinsplatten aufgetragenen Linien von 1 cm Abstand. Das Integrationsfeld war durch ein Messokular in Einheiten von je 0,25mm^2 aufgeteilt. Der Geröllanteil ergibt sich aus der Summe der Messeinheiten der Einzelgerölle im Verhältnis zu der Summe der Messeinheiten der Matrix. (mm^2) Die Zahl der Messeinheiten pro Geröll bzw. Matrix wurde nach dem Punktzählverfahren ausgezählt. (SWIFT Point counter.)

Bei der mikroskopischen Geröllintegration wurde bei 32x Vergrösserung der grösste und kleinste Durchmesser eines Gerölles ermittelt. Ihr Produkt wurde bei stärkerer Auslängung mit π /4 multipliziert. Die so erhaltene Fläche (mm^2) kommt der vom Geröll eingenommenen Fläche nahe (Ellipsenschnitt). Gleichzeitig wurden die Werte der Länge und Breite für das Auslängungsverhältnis erhalten.

Ist die Schliffläche = AB und die Summe der Einzelgeröllflächen = C, so ergibt die Differenz AB-C den Flächenanteil der Matrix. Der Flächen(Volumen)prozent-Anteil der einzelnen Komponenten x ergibt sich dann aus 100x/AB.

Die mikroskopische Integration geröllfreier Gesteinsdünnschliffe erfolgte nach dem Punktzählverfahren. Die mikroskopische Korngrössenvermessung wurde bei 32x Vergrösserung mit dem LEITZ-Kreuztisch durchgeführt. Gemessen wurde jeweils der grösste Korndurchmesser von nicht stärker ausgelängten Quarzkörnern. (Meist ac-Schnitte). Der vertikale Abstand war grösser als die jeweils grössten Korndurchmesser. Horizontal wurde jeweils Korn für Korn gemessen. Die Korngrössen nach unten sind durch die Vergrösserung und Rekristallisation, die Korngrössen nach oben durch das Gesichtsfeld bzw. durch die Grösse des Schliffes gegeben.

Die An-Gehalte der Plagioklase wurden mit dem Universaldrehtisch nach der Auslöschungsschiefe ermittelt.

Zirkonstatistik: Zur Aufbereitung gelangten Mischproben des entsprechenden Horizontes. (Jeweils 3-5 Gesteinssplitter der gleichen Grösse.) Die Proben wurden mit der Spindelpresse zerquetscht und anschliessend abgesiebt (Siebweite 640u). Die Körnung < 640u wurde 2 Stunden in 25 % HCL gekocht. Nach der Neutralisation erfolgte Absieben. (Siebweite 200u) Bei stark glimmerhaltigen Proben wurde das Material vorher leicht gerieben bzw. mit Königswasser 2 Stunden gekocht.
Die Abtrennung erfolgte mit Bromoform. (D = 2, 814-2,818). Die abgetrennten Schwereminerale wurden mit Azeton ausgewaschen und in AROCLOR n = 1,66 eingebettet.

Geochemischer Teil:

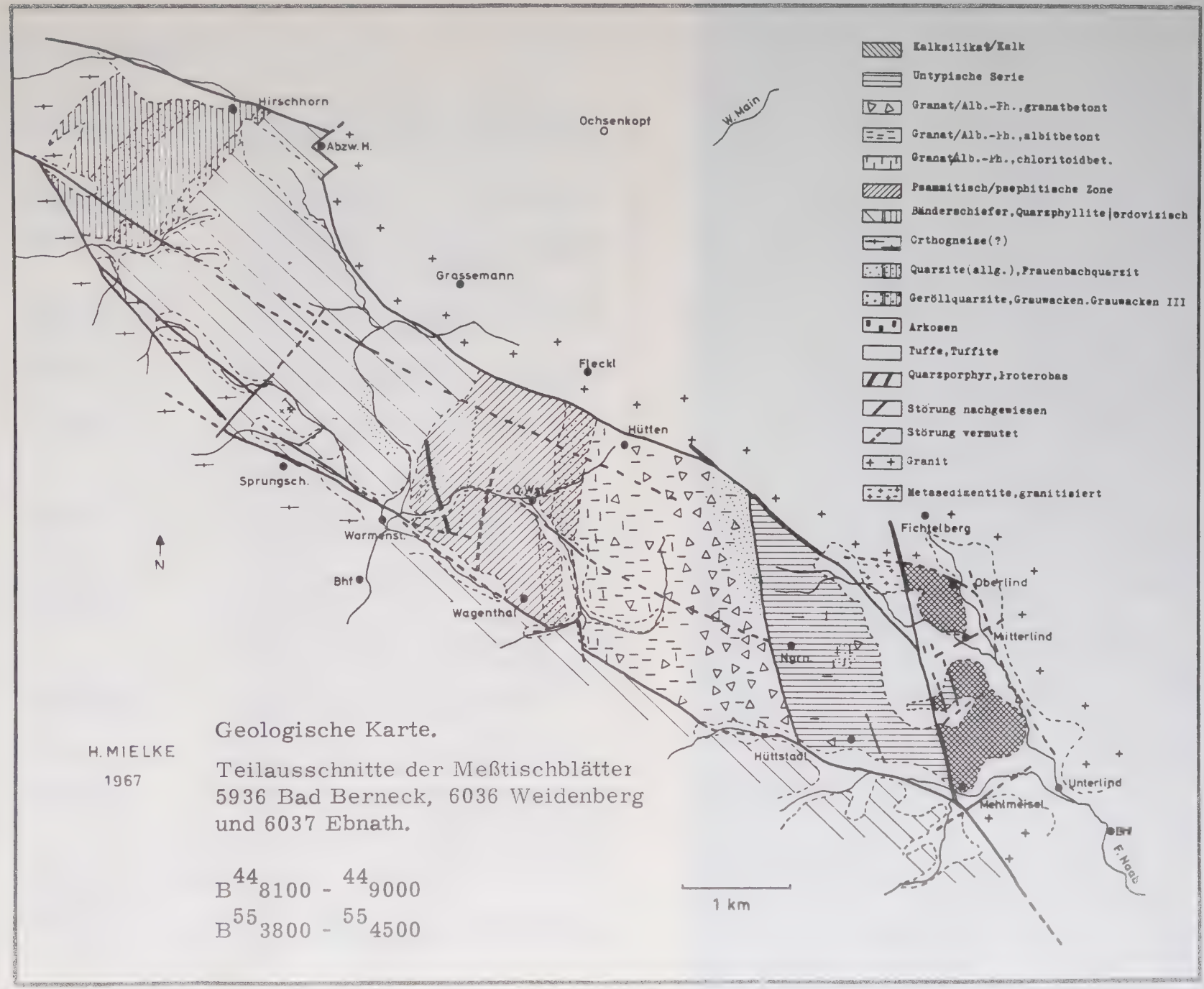
Kohlenstoffbestimmung: Die zu untersuchende Probe wurde in der Kugelmühle feingemahlen und anschliessend mit heisser, 2n HCL das karbonatische CO_2 verdrängt. Der C-Gehalt der neutralisierten und getrockneten Probe wurde dann im Verbrennungsofen bei 800°C im Sauerstoffstrom aufoxidiert und das CO_2 quantitativ bestimmt. Der C-Gehalt (Gew.%) wird durch Umrechnung bestimmt.
Die quantitative Bestimmung der Elemente P, Fe_{ges} und Mn erfolgte aus dem HCl-Auszug. (HCl 2n , bei 5 Gramm Einwage). Weitere Bearbeitung:

1. Phosphorbestimmung: Spektralphotometrisch. (ZEISS Photometer.)
2. Gesamteisen: Nach der Methode von REINHARD-ZIMMERMANN.
3. Mangan: Nach dem Perjodatverfahren.

Die Spurenelemente wurden spektrometrisch (grosser HILGER mit Quarz-Prisma. 2200-8000A), die Aminosäuren papierchromatographisch, colorimetrisch bestimmt. (Analytiker: PRASHNOWSKY)
Die Vollanalysen wurden durch Vermittlung von Dr. M. ZIMMERMANN bei der Firma BAYER Leverkusen durchgeführt. Für ihre Durchführung möchte ich mich an dieser Stelle bei Herrn Dr. RUTTMANN und seinen Mitarbeitern bedanken.

Untersuchung der Phyllite auf pflanzliche Relikte:

Einwage etwa 50 Gramm und Lösung in techn. Hf (40 %) Lösungszeit ca. 14 Tage. Pufferung der sauren Lösung mit Amoniumazetat. Anschliessend Auswaschen und Abzentrifugieren. Mazeration mit konzentrierter HNO_3 unter zeitweiligem Erwärmen. Die saure Lösung wurde wie oben gepuffert und ausgewaschen. Der gewonnene Rückstand wurde in Glyzerin gelöst und unter dem Mikroskop untersucht.



Geologische Karte.

H. MIELKE
1967

Teilausschnitte der Meßtischblätter
5936 Bad Berneck, 6036 Weidenberg
und 6037 Ebnath.

$B^{44}8100 - {}^{44}9000$
$B^{55}3800 - {}^{55}4500$

I. LITERATURVERZEICHNIS

1. ACKERMANN, E. : Geröllton! Geol. Rdsch. 39, S. 237-239, 1951

2. ANDREE, H. : Die Schwermineralien der älteren oberbayrischen Molasse. N. Jb. Miner., 71, Beil. Bd. Abt. A, 59-120, 1936.

3. BANKWITZ, P. und SCHROEDER, E. : Tektonische Studien in Schiefer- und Phyllitgebieten Thüringens. Geol. Rdsch., 52, 365-376, 1963.

4. BECKER, H. : Die Kieselschiefer und Konglomerate im Kambrium Westthüringens und ihre Gegenstücke in Sachsen. Cbl. Miner., 1927 B, 246-250, 1927.

5. BEHR, H.I., JORDAN, H. und WEBER, W. : Ein paläontologischer Beweis für das Alter der Vergneisung im Erzgebirge-Chitinozoen in den Phyllitarealen von Hermsdorf-Rehefeld.

6. BEHR, H.J. : Das metamorphe Grundgebirge im Thüringer Becken. Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A., Geol. Paläont., 11, 1966.

7. BRINKMANN, R. : Die mitteldeutsche Schwelle. Geol. Rdsch., 36, 56-66, 1948.

: Lehrbuch der allgemeinen Geologie. Enke Verl., Stuttgart 1964.

8. BUSHINSKI, E.S. : On Shallow Water Origin of Phosphorite Sediments. Dev. in Sedimentology, 1, 62-70, Elsevier, Amsterdam, 1964.

9. BYRINE, J.V. and EMERY, K.O. : Sediments of the Gulf of California. Geol. Soc. Amer. Bull., 71, 983-1010, 1960.

10. CORDES, E. : Texturelle und granulometrische Untersuchungen zur Anreicherung von Schwermineralsanden am Beispiel der Strandseife von Skagen (Dänemark.) Diss. Kiel, 1965.

11. DAVIES, G.L. and SCHREYER, W. : Altersbestimmungen an Gesteinen des ostbayrischen Grundgebirges und ihre geologische Deutung. Geol. Rdsch., 52, 146-169, 1962.

12. DEUBEL, F. : Über die Grenze Vorpaläozoikum/Paläozoikum in Böhmen und Thüringen. Geologie, 8, 818-827, 1959.

13. DIMROTH, E. : Untersuchungen zum Mechanismus von Blastesis und Syntexis in Phylliten und Hornfelsen des südwestlichen Fichtelgebirges. Teil I, II u. III. Tscherm. miner.-petr. Mitt., N.F. 8, H. 1, 2 u. 3, 1961.

14. DIMROTH, E., SÖLLNER, K. und STETTNER : Blatt Nr. 6038 - Waldershof mit Erläuterungen. Bayer. Geol. Landesamt, München, 1965.

15. EMERY, K.O. : The Sea of Southern California. Modern Habit of Petroleum. John Wiley & Sons, Inc., New York, London, 1960.

16. EMMERT, U. : Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, 1 : 25 000, Bl. Nr. 5738/5739 Rehau. München, 1958.

17. EIGENFELD, R. : Die granitführenden Konglomerate des Oberdevons und Kulms im Gebiet altkristalliner Sattellagen in Ostthüringen, Frankenwald und Vogtland. Abh. math. phys. kl. Sächs. Akad. Wiss., 42, 1-150, 1938.

18. ERNST, W. : Stratigraphisch-fazielle Identifizierung von Sedimenten auf chemisch-geologischem Wege. Geol. Rdsch., 55, H. 1, 21-29, 1966.

19. ERZBERGER L., KAEMMEL, T., MEISSNER, B., NÖLDEKE, W. und SIEGERT, C. : Zur Stellung des südbrandenburgischen Grundgebirges innerhalb der Saxothuringischen Zone im Lichte von Neuaufschlüssen.

20. FALK, F. : Die konglomeratische Arkose der Goldisthaler Schichten. Ein grobklastischer Horizont im fraglichen Kambrium des Schwarzburger Sattels in Thüringen. Beitr. reg. Geol. Thüringens und angrenzender Gebiete sowie zu anderen Problemen. Festschr. z. 65. Geburtstag von Fritz Deubel, 3-26, Akad. Verl., Berlin, 1964.

: Die gröberklastischen Bildungen in der algonkisch-tiefordovizischen Schichtenfolge des Schwarzburger Sattels in Thüringen und ihr paläogeographischer Aussagewert. Geologie, 15, 396-418, 1966.

21. FIALA, F. : Conglomérats algonkiens de la Boheme centrale (Résumé des tschech. Textes) Sbornik SGU CSR, 15, 569-612, 1948.

: The Problem of the Subcambrien and of the Subcambrian Glaciation in Zelezné Hory (Eastern Bohemia) Sbornik UUG, 22, 257-309, 1955.

22. FÜCHTBAUER, H. : Die Nomenklatur der Sedimentgesteine. Erdöl und Kohle, 12, 8, 605-613, 1959.

23. v. GAERTNER, H. R. : Über den Nachweis von Algonkium in Thüringen. Sitz.-Ber. Preuss. Geol. L. A., 6, 39-40, 1931.

: Schichtenfolge und Tektonik im mittleren Teil des Schwarzburger Sattels. Jb. Preuss. Geol. L. A., 54, 1-36, 1933.

: Die Schichtgliederung der Phyllitgebiete in Thüringen und Nordbayern und ihre Einordnung in das stratigraphische Schema. Jb. Reichst. f. Bodenforsch. f. 1941, 62, 54-80, 1942.

: Probleme des Saxothuringikums. Geol. Jb. 65, 409-450, 1950.

: Stratigraphie und Tektonik am Südostabfall des Schwarzburger Sattels (Thüringen). Geologie 13, 682-700, 1964.

24. GOLDSCHMIDT, V.M. : Geochemistry. Oxford, 1954.

25. HASKIN, L.A. and FREY, F.A. : Dispersed and Not-so-Rare Earths, Science, 152, Nr.3720, 299-314, 1966.

26. HEMPEL, G. u.a. : Gefügeerscheinungen im Ostthüringischen Schiefergebirge. Abh.dt.Akad.Wiss. Kl.Bergb., Hüttenwesen, Montangeol., 2.F., DEUBEL-Festschrift, 221-258, Berlin, 1964.

27. HEMPEL, G. : Ein konglomeratischer Horizont im unteren Frauenbachquarzit (Tremadoc) des Schwarzburger Sattels. (Ostthüringisches Schiefergebirge). Wiss.Ztschr.d. Friedrich-Schiller-Univ.Jena. Math.-nat.Reihe, 4 Jg.14, 1965.

28. HOEPPENER, R. : Zum Problem der Bruchbildung, Schieferung und Faltung. Geol.Rdsch. 45, 247-283, 1956/57.

29. HOFMANN, R. : Kleintektonische Untersuchungen im Frankenwald, im Fichtelgebirge und ihrem mesozoischen Vorland. Z.dt.geol.Ges. 109, 340-356, 1957.

: Zur Tektonik des alten Gebirges westlich und südlich des Steinwaldes (nördl.Oberpfalz). Z.dt.geol.Ges. 111, 3.T., 563-578, 1959.

30. HOFMANN, R. und RICHTER, D. : Kleintektonische Probleme des westlichen Fichtelgebirges zwischen Goldkronach und Erbendorf. Nb.Jb. Geol.u.paläont.Abh. 108, 215-238, 1959.

31. HOLUBEC, J. : Stratigraphy of the Upper Proterozoic in the Core of the Bohemian Massif. (The Tepla-Barrandium Region). Rozpravy Ceskoslovenské Akademie VED, Ročnik 76, Sešit 4, 1966.

: Strukturdiskordanz des variszischen und assyntischen Baues im Gebirgssystem von Krusné Hory-Smrčiny. Vestn.geol.Ust.Csl., Praha, 36, 393-396, 1961.

32. HOPPE, G. : Petrogenetisch auswertbare morphologische Erscheinungen anakzessorischen Zirkonen. N.Jb.Miner.Abh. 98, 35-50, 1962.

: Zirkone aus Granuliten. Ber.dt.Ges.geol.Wiss., Reihe B 11, 1, 47-81, 1966.

33. HOTH, K. und LORENZ, W. : Die lithostratigraphische Gliederung des kristallinen Vorsilurs in der fichtelgebirgisch-erzgebirgischen Antiklinalzone. Geologie 13, B.H.44, 1-44, 1964.

: Die skarnhöffigen Horizonte des westlichen Erzgebirges (Geologische Fragen der Skarnprognose im Erzgebirge, Teil 1). Geologie 15, 765-888, 1966.

34. HUCKENHOLZ, H.G. : Der gegenwärtige Stand der Sandsteinklassifikation. Fortschr.Miner.40, 151-192, 1962.

35. KETTNER, R. : Über einige Probleme des böhmischen Algonkiums und Kambriums. Freiberger Forsch.-H., C, 17, 54-66, 1955.

36. KNETSCH, G. : Geologie von Deutschland und einigen Randgebieten. Enke Vlg., Stuttgart, 1963.

37. KOSSMAT, F. : Gliederung des varistischen Gebirgsbaues. Abh. sächs. geol. L. A. 1, 1927.

38. KÖSTER, E. : Granulometrische und morphometrische Messmethoden. Enke Vlg., Stuttgart, 1964.

39. KRYNINE, P. D. : The Tourmaline Group in Sediments. J. of Geol. 54, 2, 1946.

: The Megaskopie Study an Field Classification of Sedimentary Rocks. J. Geol. 56, 130-165, 1948.

40. LARSEN, L. H. and POLDERVART, A. : Measurements and Distribution of Zircons in Some Granitic Rocks of Magmatic Origin. Miner. Mag. 31, 1957.

41. LAUBMANN, H. : Über Kalksilikatfelse aus dem Fichtelgebirge. Cbl. Miner., 346-353, 1916.

42. LEINHOS, J. : Über einen geröllführenden Quarzit an der NW-Flanke des Schwarzburger Sattels. Ber. Geol. Ges. DDR 2, 1, 3-37, 1956.

43. LINDEMANN, B. : Über einige wichtige Vorkommnisse von körnigen Karbonatgesteinen etc. N. Jb. Miner. Beil. Bd. 19, 197-318, 1904.

44. LOTZE, F. und SCHMIDT, K. : Handbuch der stratigraphischen Geologie Bd. XIII, Präkambrium I. Teil, nördliche Halbkugel. Enke Vlg., Stuttgart, 1966.

45. LUDWIG, V. : Erläuterungen zur geologischen Teilkartierung des Westteils von Bl. Ebnath/Fichtelgebirge. Unveröffentl. Diplomarbeit, Würzburg, 1963.

: Stratigraphische und tektonische Untersuchungen in einem Teilgebiet des westlichen Fichtelgebirges. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 123, 25-40, 1965.

: Lithologische Untersuchungen des Kambriums im Frankenwald (Bayern). Diss. Würzburg, 1966.

46. MASKA, M. and ZOUBEK, V. : Area of the Variscan Intramontane Block. In: Textonic Development of Czechoslovakia, 25-51, Praha, 1960.

47. Mc. CONNELL, D.: : Precipitation of Phosphorites in Sea Water. Economic Geology, 60, 1059-1062, 1965.

: Shallow Water Phosphorites. Economic Geology, 61, 967-968, 1966.

48. MEHNERT, K.R. : Die Meta-Konglomerate des Wiesenthaler Gneiszuges im sächsischen Erzgebirge. Miner.u.Petr.Mitt., 50, 194-272, 1938.

49. MIELKE, H.: : Erläuterungen zur geologischen Teilkartierung im SE-Quadranten von Bl. Bad Berneck/Fichtelgebirge. Unveröffentl. Diplomarbeit, Würzburg, 1964.

: Über geröllführende Horizonte in der Arzberger Serie des westlichen Fichtelgebirges. N.Jb.Geol.Paläont., Mh., 247-249, 1964.

50. MÖBUS, G. : Ein Querprofil durch das assyntische Gebirge im Bereich Schwarzburger Sattel-Erzgebirge-Böhmen. Abh. deutsch.Akad.Wiss., Kl.Bergb., Hüttenwesen, Montangeol., 2.F.DEUBEL-Festschrift, 309-326, 1964.

51. PETTIJOHN, F.J. : Sedimentary Rocks: 2nd Ed., Harper & Brothers. New York, 1957.

52. PEVEAR, D.R. : The Estuarine Formation of Unites States Atlantic Coastal Plain Phosphorite. Economic Geol., 61, 251-256, 1966.

53. POLDERVAART, A. : Zirkons in Rocks, 1.Sedimentary Rocks. Amer.J.Sci., 253, 1955.

: Zirkons in Rocks, 2.Igneous Rocks.Amer.J.Sci., 254, 1956.

54. RASCHKA, H. : Erläuterungen zur geologischen Teilkartierung im SE-Quadranten von Bl.Ebnath/Fichtelgebirge. Unveröffentl.Diplomarbeit, Würzburg, 1964.

55. REGIONAL GEOLOGY OF CZECHOSLOVAKIA, Port.I. Publ.House Czech.Akad.Sci. Praha, 1966.

56. REITLINGER, E.A. : Atlas Mikroskopičeskich organičeskich ostakov i problematiki drevnich tolšc Sibiri. Akad.Nauk.SSSR, Trudy geol. Inst., 25, 35, T.XIV. 1, 2. Moskva 1959.

57. RICHTER, D. : Tektonik und Metamorphose im westlichen Fichtelgebirge. Z.dt.Geol.Ges., 111, 62-73, 1959.

: Schichtparallele Verschieferung einer älteren Schiefrigkeit, eine bisher wenig bekannt Deformationsart. Z. deutsch.Geol.Ges., 111, 108-143, 1959.

: Stratigraphisch-tektonische Analyse des kristallinen Fichtelgebirges unter besonderer Berücksichtigung der prävariscischen Magmatite. Geotekt.Forsch., 16, 1-120, 1963.

58. RINNE, F. : Gesteinskunde, 4.Aufl., Verl.Buchh.Dr.Max Jänecke, Leipzig 1914.

59. RÖHLICH, P. : Geologische Probleme des mittelböhmischen Algonkiums. Geol., 14, 373-403, 1965.

60. RÖSLER H.J. : Einige Bemerkungen zum Chemismus paläozoischer Phosphorite aus Thüringen und dem Harz. Geologie, 10, 2, 131-140, 1961.

61. RUCHIN, L.B. : Grundzüge der Lithologie. Akad.Verl., Berlin, 1958.

62. SANNEMANN, W. : Stratigraphische und tektonische Untersuchungen im SW-Te der Münchberger Gneismasse und deren Umrahmung. Diss.Würzburg, 1954.

: Zur Tektonik im westlichen Fichtelgebirge. Geol.Rdsch., 55, 826-843, 1965.

63. SCHMIDT, K. : Zum Altersverhältnis der Rot- und Graugneisgruppe des erzgebirgischen Gneiskerns. Geologie, 7, 586-596,1958.

: Die Geröllführung algonkisch-kambrischer Grauwacken des Westlausitzer Zuges. Freiberger Forschungsh., C 91, 1960.

: Der Magmatismus des sächsischen "Algonkiums" und seine tektonische Stellung. N.Jb.Geol.Paläont., Mh., 71-87, 1961.

: Turmalinquarzit-Gerölle in den Collmberg-Quarziten des Nordsächsischen Sattels. N.Jb.Geol.Paläont.Mh. 161-169.

64. SCHREYER, W. : Metamorpher Übergang Saxothuringikum-Moldanubikum östl.Tirschenreuth/Opf., nachgewiesen durch phasenpetrologische Analyse. Geol.Rdsch., 55, H.2, 491-509, 1966.

65. SCHÜLLER, A. : Über epizonal verformte Magmatite des westlichen Fichtelgebirges, ihre genetische Ableitung und ihre Weiterbildung in Hornfelsfacies. Abh.Sächs.Akad.Wiss., Math.Phys.Kl., 42, 1-60, 1934.

: Zur petrologischen und tektonischen Analyse des Fichtelgebirges. Geol.Rdsch., 27, 260-275, 1936.

66. SDZUY, K. : Das Kambrium des Frankenwaldes - 1.: Erforschungsgeschichte, Vorkommen und Stratigraphie. Senk.leth., 45, 201-221, 1964.

67. SEIDEL, E. : Erläuterungen zur geologischen Teilkartierung am SW-Rand des Fichtelgebirges auf Bl.Weidenberg. Unveröffentl.Diplomarbeit, Würzburg 1965.

68. SKUOR, V. : Einige Probleme aus dem Kristallin des Gebietes um Aš in Böhmen. Aus: Krystallinikum, Verl.d.tschech.Akad. d.Wiss., Prag, 1962.

69. STETTNER, G. : Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern, 1 : 25 000, Bl.Nr.5937 Fichtelberg. Bayer.Geol.Landesamt, München, 1958.

STETTNER, G. : Metamorphes Saxothuringikum NE Bayerns. In: Erläuterungen zur Geol. Karte von Bayern, 1 : 500 000, herausgeg. vom Bayer. Geol. Landesamt, 2. Aufl., München, 1964.

: "Schiefereinschlüsse" im Porphyrmylonit des Fürstensteins bei Goldkronach im Fichtelgebirge. Geologica Bavarica, 55, 70-80, 1965.

70. TEUSCHER, E.O. : Die Kalksilikatfelse der nördl. Oberpfalz. Geologica Bavarica, 14, 7-15, 1952.

71. TIMOFEJEW, B.W. : Über das Alter der sächsischen Grauwacken. Geologie, 7, 826-845, 1958.

72. TRÖGER, W.E. : Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale Teil I., Bestimmungstabellen. - Stuttgart 1959, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung.

73. VEJNAR, Z. : Bemerkungen zur lithostratigraphischen Beziehung zwischen dem mittelböhmischen Algonkium und dem Moldanubikum. N. Jb. f. Geol. Paläont., Mh., 1965.

74. VOLL, G. : Stoff, Bau und Alter in der Grenzzone Moldanubikum/ Saxothuringikum in Bayern unter besonderer Berücksichtigung gabbroider, amphibolitischer und kalksilikatführender Gesteine. Beih. geol. Jb., 12, 1-382, 1960.

75. WATZNAUER, A. : Zwei bemerkenswerte radiometrische Altersdatierungen aus dem Gebiet des Schwarzburger Sattels. Geologie, 15, 419-420, 1966.

76. WILLMANN, K. : Die Aplitporphyre von Warmensteinach im Fichtelgebirge. Geogn. Jahresh., 37, 69-71, 1924.

77. WINKLER, H.G.F. : Die Genese der metamorphen Gesteine. Springer Vlg., Berlin, Heidelberg, New York, 1965.

78. WUNDERLICH, H.G. : Über Verformung kompetenter und inkompetenter Wechsellagerungen und den Zusammenhang von Faltung und Schieferung. Z. dt. geol. Ges., 112, 132-149, 1960.

79. WURM, A. : Über alte geschieferte Amphibolitgänge des Wunsiedler Marmorzuges. Z. dt. geol. Ges., 77, 174-182, 1926.

: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern. 1 : 25 000, Bl. Wunsiedel, Nr. 82, München, 1932a.

: Das Fichtelgebirger Algonkium und seine Beziehungen zum Algonkium Mitteleuropas. Abh. geol Landesuntersuch., 6, 1-12, 1932b.

: Zur Problematik der erdgeschichtlichen Analyse des Kristallins im variszischen Gebirge Nordostbayerns. Geologie, 7, 569-575, 1958.

WURM, A. : Geologie von Bayern. Teil I: Frankenwald, Fichtelgebirge, Münchberger Gneismasse, Nördl. Oberpfälzer Wald. 2. Aufl., Gebrüder Bomtraeger Vlg., Berlin-Nikolassee, 1961.

: Gedanken zur Paläographie des Saxothuringikums in Bayern. Abh. dt. Akad. Wiss., Kl. Bergb. Hüttenwesen, Montangeol., 2. F. DEUBEL-Festschrift, 189-199, 1964.

: Über den Stand der erdgeschichtlichen Forschung im Kristallin des Moldanubikums und Saxothuringikums Mitteleuropas. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 65-82, 1964.

ZURAWLEWA und MAMJEW : Akad. Nauk. SSSR, Trudy, 1964. (russ.)

LEBENSLAUF

Am 19.2.1937 wurde ich als Sohn des damaligen techn. Telegrafeningenieurs Alfred Mielke und seiner Ehefrau Hermine Mielke, geb. Kinzer in Karlsruhe/Baden geboren.

Schulen:	1943	Volksschule Baden-Baden
	1946-1948	Volksschule Bühl/Baden
	1948-1952	Gymnasium Bühl/Baden
	1952-1955	Keplergymnasium Freiburg/Breisgau
	1955-1958	Schillergymnasium Offenburg/Baden
	1958	Abitur
Studium:	1958	Universität Freiburg/Breisgau
		Fächer: Geologie, Mineralogie, Chemie, Physik, Botanik, Zoologie
	1960	Vordiplom in Geologie
	1960-1967	Universität Würzburg
	1964	Diplom in Geologie
	1964-1967	Promotionsarbeit

Meine akademischen Lehrer waren:

Für das Fach Geologie: Prof. Dr. G. Knetsch, Prof. Dr. M. Pfannenstiel, Prof. Dr. E. Rutte, Dr. W. Sannemann, Prof. Dr. K. Sdzuy.

Für das Fach Mineralogie: Prof. Dr. R. Eigenfeld, Prof. Dr. S. Matthes, Prof. Dr. Ing. W. E. Tröger (†)

Bisher habe ich mich an keiner anderen Universität um einen Doktorgrad beworben.

Würzburg, den 7. Januar 1967

Hubert Mielke

OFFSETDRUCK GUGEL
87 Würzburg, Burkarderstr. 9

OFFSETDRUCK GUGEL
87 Würzburg, Burkarderstr. 9